MIERNICTWO

I

ROWNOWAŻENIE.

Pozwolono drukować, z obowiązkiem złożenia w Komitecie Cenzury trzech exemplarzy. Wilno d. 29 Września 1828 roku.

Cenzor Kollegialny Assesor.

Ignacy Szydłowski.

MIERNICTWO
I
RÓWNOWAŻENIE

UŁOŻONE

PRZEZ

ANTONIEGO SZAHINA

MAGISTRA FILOZOFII DAIĄCEGO JEODEZYĄ WYZSZĄ, TOPOGRAFIĄ I RÓWNOWAZENIE,

W CESARSKIM UNIWERSYTECIE WILEŃSKIM.

Z SZEŚCIĄ TABLICAMI NA MIEDZI RZNIĘTEMI.

WILNO.

NAKŁADEM I DRUKIEM T. GLÜCKSBERGA KSIĘGARZA I TYPOGRAFA CESARSKIEGO UNIWERSYTETU.

1829.

PRZEMOWA.

Układaiąc miernictwo i równoważenie, starałem się z głównych zasad rozwinąć teoryi nauki, i przygotować czytelników do praktyki. Z tey przyczyny wypadało odstąpić od upowszechnionego porządku, przyiętego w znaiomych mi dziełach oyczystych i większey liczbie zagranicznych; gdzie sztuka zdeymowania planów małych części powierzchni ziemskiey iest zbiorem mnóstwa zagadnień, niepowiązanych z sobą i nieobiętych w ogólnym widoku.

Dokładne zrozumienie teoryi miernictwa wymaga uprzedniey znaiomości narzędzi. Dla tego to, wymieniwszy cel nauki, opisałem skład, użycie i sprawdzenie narzędzi składaiących sztuciec jeometryczny, oraz używanych do obserwowania kątów i wymiaru odległości.

Z kolei następuie teorya zdeymowania planów mierniczych obiaśniona stosownemi przykładami. PUISSANT i inni nowsi autorowie francuzcy przywodzą ią do sposobu przecięć i obchodzenia; wspominaiąc ubocznie i o sposobie zdeymowania planów przez prostopadłe, który właściwiey należałoby zaraz przy tamtych dwóch głównych umieścić, i za trzeci poczytać.

Położenie mieysca przynagla nas często do zdeymowania planu przez liniie skierowane do iednego punktu. O tym sposobie nie wspominaią autorowie francuzcy. Ja poczytałem go za czwarty główny; i to mieysce bezwątpienia zaymować powinien. Swieży wynalazek mierzenia odległości mieysc z iednego punktu, za pomocą szczególnego urządzenia mikrometru w lunecie, może mu nadać w praktyce obszerne zastosowanie.

Umieszczone zagadnienia o obrachowaniu i podziale powierzchni ziemskich prawie zupełnie wyiąłem z dzieła PUISSANA *(Traité de topographie d'arpentage et de nivellement).* Kończę miernictwo wymienieniem sposobów ko-

piiowania planów mechanicznie, jeometrycznie i za pomocą pantografu lub mikrografu.

Trzymaiąc się wyżey przyiętego porządku, przytoczyłem wiadomości istotnie potrzebne do zrozumienia równoważenia; i opisałem narzędzia, rozdzieliwszy ie na libelle i pochyłościomierze *(niveaux de pente* ou *éclimètres)*. Potém wyłuszczyłem główny sposób równoważenia, i obiaśniłem przykładami iego zastosowanie w równoważeniu prostém i złożoném.

Następnie wypadało przytoczyć ważnieysze zagadnienia rozwiązywane za pomocą libell i pochyłościomierzy. Tu dołączyłem wymiar wysokości, wszędzie umieszczany przy miernictwie; który w równoważeniu, iak mi się zdaie, właściwsze zaymuie mieysce. Bo kątomierz zastosowany do tych zagadnień iest właśnie pochyłościomierzem; a dochodzenie wysokości zależy na wyrachowaniu różnicy wysokości względnych wierzchołka i spodu obserwowanego przedmiotu.

Dla znacznego nakładu na sztychowanie figur nie mogłem tu dołączyć teoryi zdeymowania i rysunku gór i dołów. Obmyśliwszy stosowny zasiłek, z czasem ogłoszę o tém wygotowaną iuż rosprawę.

Przy końcu ninieyszego dziełka wspomniałem o miarach i wagach teraz używanych w Rossyi, Litwie, Polsce, Francyi i Anglii.

Za iedyną poczytam sobie nagrodę, ieżeli praca moia przyniesie czytelnikom żądaną korzyść; i stanie się dla nich pewnym przewodnikiem w mierzeniu obszernych włości i robieniu rozpoznawań woyskowych.

MIERNICTWO.

Treść i porządek nauki.

WSTĘP.

ROZDZIAŁ I.

Opisanie sztućca jeometrycznego.

***

ROZDZIAŁ II.

Narzędzia miernicze służące do obserwacyi kątów i wymiaru liniy.

ROZDZIAŁ III.

Teorya zdeymowania planów mierniczych.

ROZDZIAŁ IV.

Kilka ważnieyszych zagadnień mierniczych.

ROZDZIAŁ V.

Sposoby obrachowania powierzchni ziemskiey.

ROZDZIAŁ VI.

Jeodezya miernicza.

ROZDZIAŁ VII.

Sposoby kopiiowania planów na rozmaite skale.

RÓWNOWAŻENIE TOPOGRAFICZNE.

ROZDZIAŁ I.

Zasady równoważenia.

ROZDZIAŁ II.

Opisanie składu i użycia narzędzi używanych do równoważenia topograficznego.

ROZDZIAŁ III.

Zastosowanie opisanych narzędzi do praktycznego równoważenia.

MIERNICTWO.

WSTĘP.

Ziemia iest bryłą okrągłą przystępuiącą w swoiey figurze do kuli. Ale części małe iey ogromney powierzchni mogą bydź, bez znacznego błędu, wzięte za płaskie. Dla tego to zamierzaiąc zdiąć i wykréślić na papierze plan małey części powierzchni ziemskiey, uważamy ią za płaską. Przez iey środek poprowadziwszy myślą płaszczyznę styczną poziomą, wyobrażamy wszystkie punkta daney powierzchni ziemskiey przeniesione na nię po liniiach pionowych. Tym sposobem powstaie tak nazwana *karta miernicza naturalna* daney do zdjęcia powierzchni ziemskiey. W miernictwie (*arpentage*) staramy się wykréślić na papierze figurę podobną tey karcie mierniczey naturalney, ale daleko od niey mnieyszą.

Każda więc karta miernicza, inaczey zwana mappą lub planem, daie poznać stosunek odległości poziomych rozmaitych zdeymowanych punktów ziemi.

Ale ponieważ powierzchnia ziemi często naieżona iest górami i poryta dołami: dla tego na iey dokładnym planie nie dość wyrazić odległości poziome, lecz ieszcze należy oddać odległości pionowe punktów ziemskich od płaszczyzny poziomey styczney do powierzchni zdeymowaney. Wtenczas, patrząc na kartę,

łatwo wyczytamy nierówności okrywaiące ziemię. To iuż iest przedmiotem drugiey części miernictwa, daleko wymagaiącym więcey pracy od pierwszego.

Obrachowanie w miarach znanych zdjętey i odrysowaney powierzchni, i podział iey na upodobane części, stanowią inne gałęzie miernictwa.

Nareszcie podanie sposobów kopiiowania planów na tenże sam rozmiar, lub też na większy i mnieyszy, traktat tey nauki uzupełnia.

Do zdeymowania planów mierniczych używaią jeometrowie dwoiakiego rodzaiu narzędzi. Jedne służą do mierzenia odległości, a drugie do obserwacyi kątów. Przytém w ciągłém iest użyciu zbiór drobnych narzędzi zawartych w tak nazwanym sztućcu jeometrycznym. Od niego właśnie opisanie narzędzi rozpoczynamy.

ROZDZIAŁ I.

Opisanie sztućca jeometrycznego (*cassette géometrique*).

---

1. Sztuciec jeometryczny składa się głównie z rozmaitego gatunku cérklów i grafionów, z linii, węgielnicy, skali, przenośnika i cérkla proporcyonalnego.

Cérkle zwyczayne służą do rysowania łuków i kół, i do przenoszenia odległości. Złożywszy dobry cérkiel, powinny ostrza nóg iego tworzyć tylko ieden punkt. Oprócz tego, w głowie cérkla, ma bydź naydokładniey wykonana zawiasa (*charnière*), około którey rozkładaią się nogi narzędzia; tak żeby w niey nie było naymnieyszego chełtania. Cérkle z trzema nogami służą do przenoszenia troykątów. Cérkiel ze dwiema nożkami przedłużonemi w drugą stronę nakształt *fig.* 1, używa się do brania połów, lub części trzecich liniy, i t. d. Zależy to od stosunku $\frac{a'o}{ao} = \frac{b'o}{bo}$.

Grafiony używaią się do ciągnienia na papierze liniy prostych. Grafiony malenkie szrubuią się do nożki cérkla dla rysowania kół. Po użyciu grafiona należy go starannie wytrzeć, żeby nie rdzewiał.

Liniia powinna bydź doskonale prosta. Przekonamy się o tém, ciągnąc za pomocą iey grafionem liniią na papierze gładko przykleionym do deski. Obróciwszy papier stronami wbrew przeciwnemi, i ciągnąc znowu po pierwszey linii drugą, obie iedne tylko liniią tworzyć powinny.

Węgielnica, w kształcie troykąta prostokątnego, używa się z korzyścią do rysowania kątów prostych i liniy równoległych. Chcąc wyprobować iey dobroć, należy pociągnąć na papierze gładko przykleionym do deski liniią prostą

AC, (*fig.* 2.) i przyłożywszy bok ieden węgielnicy do AB, około drugiego wykréślić grafionem pionową BX. Następnie należy przyłożyć węgielnicę do BC, i uważać czy drugie ramie przypada zupełnie na BX.

Wyprobowana węgielnica używa się z pożytkiem do prowadzenia liniy równoległych. Na ten koniec maiąc liniią AC, przykładam iedno ramie kąta prostego w punkcie B do BC, a około drugiego ciągnę grafionem liniią BX. Odsunąwszy pierwsze ramie do punktu *np.* B′, kiedy wykréślę około drugiego B′X′, mam B′X′ równoległą do BX. i t. p.

2. *Przenośnik* (*transportator*) (*rapporteur*) iest to półkole z przeźroczystego rogu, lub mosiężne, we środku wydrążone (*fig.* 3), oparte na prostokącie AA′BB′, którego podstawa A′B′ równoległa do średnicy AB służy za liniią. Okrąg półkola iest podzielony na stopnie, a ieśli można i na drobnieysze podziały, idąc *np.* od A do B. Niekiedy umieszcza artysta i podział dopełniaiący, symetrycznie z jedney i drugiey strony promienia CE.

Narzędzie to używa się do rysowania na papierze pewney wielkości kątów. Tak *np.* (*fig.* 4.) chcąc z punktu D poprowadzić liniią przecinaiącą MN pód 35°, należy zgodzić środek przenośnika i podział 35° z MN. Następnie posuwa się tak przenośnik po MN wzdłuż, żeby punkt D umieścić na linii A′B′, nie zruszaiąc promienia 35° C z linii MN. Liniia A′DB′ pociągniona na papierze ołówkiem lub grafionem utworzy kąt B′C′M=35°.

Podobnież dla wyprowadzenia z punktu danego C na linii MN linii nachyloney *np.* pod 35° do MN, trzeba środek przenośnika zgodzić z C, a 35° z MN. Z kolei posuwa się tak przenośnik, żeby punkt C przypadł na iego podstawę A′B′, nie zruszaiąc promienia przenośnika C 35° z linii MN. Liniia B′A′ pociągniona na papierze będzie żądaną.

Kiedy punkt D (*fig.* 5.) iest bardzo odległy od MN, albo gdy kąt żądany za

nadto iest ostry, niepodobna użyć wyżey podanego sposobu, bo podstawa przenośnika A′B′ nigdy nie trafi na punkt D. W tym razie (*fig.* 5) należy poprowadzić liniią PQ pionową do MN, i umieściwszy środek przenośnika C na PQ, zgodzić podział żądany 5° wzięty na podziale dopełniaiącym z liniią PQ. Następnie, nie zruszaiąc promienia C5° z PQ, tak ciągnie się przenośnik wzdłuż tey linii, żeby punkt D umieścić na A′B′. Liniia A′B′ pociągniona ołówkiem lub grafionem i przedłużona do spotkania MN uczyni z tą liniią kąt od 5.° Do rozwiązania tego zagadnienia można użyć i podziału zwyczaynego przenośnika, daiąc tylko baczność na branie kąta, który będzie się liczył od 90.°

Dla ocenienia wartości danego kąta YCX (*fig.* 3.), zgadza się promień przenośnika CB z liniią CY, a środek z punktem C, i uważa wiele stopni CX odcina na okręgu narzędzia. Jeżeli promień przenośnika przewyższa długość papieru, można wykreślić kąt wierzchołku przeciwległy = kątowi YCX i iego wyrachować wartość. Kiedy i tego dokazać niepodobna dla małości papieru, pozostaie na większym papierze skopiiować kąt YCX, i znaleźć iego wielkość.

Wyćwiczywszy się praktycznie w podanych tu sposobach, łatwo w każdym przypadku ocenić wielkość danego kąta, lub też wykréślić kąt żądany.

Robią się ieszcze przenośniki i w innych kształtach. Czasem maią postać koła. Nie trudno poiąć ich użycie, maiąc samo narzędzie przed okiem.

3. *Skala* (*échelle*) (*scala*). Pociągniymy na papierze liniią prostą d a c (*fig.* 6), i podzielmy ią na pewną liczbę części równych większych, takich iak d a, a c, i t. p. Podzielmy liniią a d za pomocą cérkla ze zmiennym punktem podpory (*fig.* 1) na części równych *np.* 10, wyrażonych na *fig.* 6 przez: a 10, 10 20, 20 30, i t. d. Chcąc mieć ieszcze *np.* cząstki: $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ .... liniyki a 10, czyli $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{100}$, $\frac{3}{100}$ .... linii a d, i uniknąć prostego dzielenia cérklem, tak trudnego w małych liniiach, wypada zrobić następuiące wykréśle-

h

nie. Poprowadźmy z punktów d, a, c, liniie dd′, aa′, cc′, do siebie równoległe; nachylone pod iakimkolwiek kątem do linii dac. Naykorzystniey w tym razie poprowadzić trzy liniie dd′, aa′, cc′, pionowe do dac; bo ta robota naypewniey w momencie odbywa się węgielnicą. Następnie odetniymy po dziesięć części równych iakichkolwiek na linii dd′ i cc′, i połączmy z sobą odpowiedne punkta podziałów. Na linii d′a′ odetniymy dziesięć części równych a 10, i połączmy punkt d′ z punktem 90, a przez punkta 80, 70, 60.... 10, a, pociągniymy równoległe do d′90. Troykąty podobne d′d 90, d′99, d′88,.... uczą nas: że liniia $99 = \frac{1}{10}$ d 90 $= \frac{1}{10}$ a 10 $= \frac{1}{100}$ ad;

$88 = \frac{2}{10}$ d 90 $= \frac{2}{10}$ a 10 $= \frac{2}{100}$ a d;

$77 = \frac{3}{10}$ d 90 $= \frac{3}{10}$ a 10 $= \frac{3}{100}$ a d; i t. p.

Również w troykącie aba′, liniia $11 = \frac{1}{10}$ a′b $= \frac{1}{10}$ a 10 $= \frac{1}{100}$ ad;

$22 = \frac{2}{10}$ a′b $= \frac{2}{10}$ a 10 $= \frac{2}{100}$ ad; i t. p.

Tak więc rozwiązaliśmy podane zagadnienie.

Uważaiąc w troykącie d′99 naymnieyszą liniykę 99 za iednostkę, mamy na *fig*. 6 wykréślone liniie dwa, trzy, cztéry.... dziesięć.... sto.... i t. d. razy od niey większe.

Fig. 6. nazywa się skalą. Chcąc na niey wziąść części 166, należy postawić iednę nóżkę cérkla w e, a drugą w h. Dla wzięcia części 123, potrzeba obiąć cérklem liniią mn. Łatwo widzimy, iak się biorą liniie wielokrotne liniyki 99 aż do 200 = dc. Gdybyśmy żądali brać części ciągnące się do 300, 400, 500 etc., trzeba byłoby od punktu c, w kierunku nieograniczoney linii prostey dac, w prawą stronę odciąć cx = ac, od x liniią xx′ = ac, i t. p. i dokończyć figurę, tak iak ona wygląda w prostokącie a c a′c.′

Fig. 7. Podobnież maiąc liniią cd = de = eb, wprost podzieloną cérklem na siedm równych części: c6 = 65 = 54 = 43 = 32 = 21 = 1 d; i chcąc mieć czę

ści $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{6}$, $\frac{3}{6}$, $\frac{4}{6}$, $\frac{5}{6}$, liniyki 1 d, poprowadzę z punktów c, d, e, b, liniie równoległe cf, dg, ee′, bb′, odetnę na cf i bb′ iakiekolwiek równe sześć części, i połączę odpowiedne punkta podziałów liniy bb′ i cf. Z kolei odciąwszy na linii fg części równych siedm, maiących wielkość = 1 d, złączywszy punkt f z punktem 6, i przez punkta 5, 4, 3, 2, 1, 0 pociągnąwszy równoległe do f 6, utworzę skalę żądaną. Bo troykąty podobne fc6, f55, f44... uczą nas: że liniyka 55 $= \frac{1}{6}$ c6 $= \frac{1}{42}$ cd;

$$44 = \tfrac{2}{6}c6 = \tfrac{2}{42}\,cd;$$

$$33 = \tfrac{3}{6}c6 = \tfrac{3}{42}\,cd;$$

i t. d.

Uważaiąc naymnieyszą liniykę 55 za iedność, dla wzięcia 58, należy objąć cérklem xy. Dla wzięcia 109, trzeba objąć cérklem mn; i tak następnie. Skala tu odrysowana daie części wielokrotne naymnieyszey liniyki 55 aż do 3×42=126. Łatwo ią przedłużyć, maiąc zamiar brać liniie wielokrotne liniyki 55 aż do 4×42, 5×42, i t. d.

Analogiia pokazuie: że podzieliwszy wprost cérklem liniią cd na części m, i chcąc mieć $\frac{1}{n^{te}}$, $\frac{2}{n^{te}}$, $\frac{3}{n^{te}}$ ...., linii $\frac{cd}{m}$, należy odciąć na liniiach równoległych granicznych skali cf i bb′ iakichkolwiek równych części liczbę n, połączyć z sobą odpowiedne punkta podziału liniy bb′ i cf, na linii zaś fg odciąć m części równych, maiących wielkość $= \frac{cd}{m}$, złączyć punkt f z pierwszym podziałem linii cd, *np.* z 6, a przez inne punkta podziału linii cd poprowadzić równoległe do f6. Naymnieysza liniyka skali będzie $= \frac{cd}{mn}$; a tey można brać żądane ilości wielokrotne.

4. Sposob tu podany na oznaczenie części linii prostey za pomocą liniy poprzecznych (*transversales*) dawno iest znany jeometrom. Bo w roku 1573 Tomasz *Digges* przypisał iego wynalazek *Cautzlerowi*. Poźniey w roku 1577 po-

wiada *Tycho-Brahe*, że używał tego sposobu do podziału swoich narzędzi w 1572, a nauczył się go od *Homeliusa* z Lipska. Ważne iest iego użycie w dzieleniu liniy na drobne części, czego wprost cérklem dokazać trudno, a czasem dokładnie i niepodobna. Figury tym sposobem wykréslone, zwane skalami, wielkiego są użycia w miernictwie.

5. Plan zdeymowaney iakieykolwiek małey części powierzchni ziemskiey, iest figurą odrysowaną na papierze podobną figurze będącey na ziemi, ale daleko od niey mnieyszą. W rysunku planu mierniczego zawsze zakłada się stały stosunek $\frac{x}{y}$ pomiędzy odległościami punktów na ziemi i na papierze, i wyraża na rozmaite odległości za pomocą skali. Jak ten stosunek może bydź dowolny, tak i liczba skal iest rozmaita.

Uważaiąc na papierze liniykę odpowiedną naymnieyszey odległości mogącey się wyrazić na mappie, *np.* iednemu łokciowi, nayczęściey staramy się oznaczyć na skali iednostki *np.* łokcia, i części 10, 100, 1000, etc. razy większe. Takie skale są nayużywańsze, i zowią się dziesiątkowe (*décimales*). Mamy ich przykład na *fig.* 6. Zdarzaią się iednak przypadki, w których oprócz iednostek *np.* łokcia, żądamy odciąć na skali liniyki większe ilokrotnie od łokcia ale niedziesiątkowie. Do takich skal należy *fig.* 7.

Tu właśnie wypada pokazać: iak naykorzystniey rozporządzić układ skal dziesiątkowych i niedziesiątkowych, znaiąc stosunek pewney odległości ziemskiey do długości linii wyrażaiącey się na papiérze. W końcu nie od rzeczy będzie objaśnić wszystko przykładami.

6. *Skale dziesiątkowe.* Niech $\frac{1}{x}$ będzie stosunkiem odległości wyrażonych na mappie do odległości uważanych na ziemi. Tak *np.* niech na mappie ieden sążeń, *v.* 864 liniie, wyraża 10000 sążni wziętych na ziemi. Nazwiymy liczbę podziałów naymnieyszych tey iedności, iak tu sążnia, przez y. (W naszym przy-

kładzie $y = 864$ liniiom). Oczywista iest rzecz, że y podziałów mappy odpowiada podziałom x uważanym na ziemi. Poszukaymy naywiększego dzielnika d wspólnego dwóm liczbom x i y. Będzie $\frac{y}{d} = y'$; $\frac{x}{d} = x'$. Stąd wynika: że liczba naymnieyszych podziałów branych na mappie y', odpowiada na ziemi podziałom x'. Pociągniymy na papierze liniią y', ta wyrazi odległość ziemską x'. Z kolei rozłożmy liczbę x' na mnożniki pierwsze $m.m'.m''... = x'$; uczą one: iak trzeba dzielić liniią y', żeby otrzymać wyrażenie coraz mnieyszych odległości ziemskich wskazanych przez pozostałe mnożniki, i przyyść do wyrażenia na mappie naymnieyszey iednostki, iak *np.* we wziętym przez nas przykładzie, iednego sążnia.

Gdy pomiędzy mnożnikami pierwszemi $m.m'.m''....$ znaydą się *np.* 2.5, lub 2.5.2.5. i t. p.; opuszczaiąc ie w pierwszym i w drugim razie, i dzieląc liniią y' stosownie do pozostałych innych mnożników, oznaczymy na skali liniyki, które będą sto i dziesięć razy większe od naymnieyszey iedności odległości ziemskich, iak *np.* w naszym przykładzie od iednego sążnia. Te iuż linie łatwo tak przetnę liniiami poprzecznemi, według sposobu §. 3., że dadzą 1, 2, 3, 4, etc. sążnie.

7. Zdarzyć się może, że mnożniki pierwsze liczb 1000, 100, 10, nie znaydą się wszystkie, lub w pewney liczbie, pomiędzy $m. m'. m''.... = x'$. Wtenczas dwoiakim sposobem otrzymuią się części 10, 100, etc. razy większe od *np.* sążnia. 1od należy dzielić liniią y' na naydrobnieysze części, stosownie do mnożników $m. m.' m''....$, w których nie ma całkowicie wziętych mnożników liczb 1000, 100, 10. Potém otrzymawszy część naymnieyszą, potrzeba uważać ile ią razy wypada powtórzyć, dla dóyścia do 10. To uskuteczniwszy, łatwo znaydę 100, 1000 etc., i dokończę wykréślenie skali.

Powtóre: mnoży się tak liczba x' *np.* przez α, żeby w $\alpha x'$ wszedł mnożnik 10, 100, i t. p. Potém należy na mappie pociągnąć liniią $\alpha y'$ odpowiednią

odległości ziemskiey $\alpha x'$. Dzieląc $\alpha y'$ stosownie do mnożników nienależących do 10, 100, etc., przyydziemy do liniiek, które dadzą części 10, 100, etc. razy większe od naymnieyszey odległości ziemskiey mogącey się wyrazić na mappie. Ten sposób postępowania zaleca się szczególniey w tym przypadku, gdy naymnieysza liniyka powstała z podziału y', stosownie do iey mnożników nienależących do 10, iest bardzo drobna.

Wymienione tu dwa sposoby objaśnimy przykładem. Załóżmy $x' = 105 = 3. 5. 7.$ 1ód dzieląc y' na części siedm, a te poźniey na trzy rozdzielaiąc, otrzymamy liniykę pięć razy większą od naymnieyszey iedności odległości. Podwoiwszy ią, wpadniemy na liniykę 10 razy większą od naymnieyszey iedności odległości.

Powtóre. Weźmy: $2x' = 2. 5. 3. 7 = 210$, i pociągniymy na papierze liniią $2y'$ odpowiednią $2x'$. Dzieląc $2y'$ na części siedm, a te na trzy rozdzielaiąc, znaydziemy liniykę dziesięć razy większą od sażnia.

8. Często się przytrafia, że liczby x i y nie maią wspólnego dzielnika. Wtenczas z całkowitey długości y potrzeba wyższémi sposobami, § 6. *v.* § 7., wyciągać wartość iednostek, dziesiątków, stów etc. naymnieyszey odległości ziemskiey mogącey się wyrazić na mappie.

9. Kiedy liczba x' iest pierwszą niedaiącą się rozłożyć na mnożniki, wtedy nie można za pomocą następnych dzieleń graficznych skali otrzymywać drobnych podziałów linii y; ale trzeba udadź się do prostego zwyczaynego dzielenia iey, które daleko więcey przedstawia trudności.

10. Nakoniec może bydź, że stosunek odległości ziemskich do długości odpowiednych na skali nie wyraża się przez liczbę całkowitą x. W tym razie wspólny dzielnik d także nie będzie liczbą całkowitą; i trzeba układać skalę według prawidła drugiego wymienionego w §. 7.

Uwaga. To cośmy mówili w §§. 6, 7, 8, 9, 10, o skalach dziesiątkowych, łatwo zastosować do skal niedziesiątkowych: objaśni to nam przykład §. 13.

11, *Zastosowanie wyższych ogólnych prawideł do wykréślenia szczególnych skal.*

Przykład 1szy do §. 6. Wykréślić skalę, w którey ieden metr odpowi 2000 metrów na ziemi. Tu $\frac{1}{x} = \frac{1}{2000}$.

Ponieważ $\overset{\text{metr}}{1} = \overset{\text{millimetrom}}{1000}$; przeto ieden millimetr skali odpowiada dwóm metrom na ziemi. Ztąd dzielnik wspólny d = 1000. Liczba 2 iest piérwszą; ale możemy uważać że $\overset{\text{metrów}}{10}$ na ziemi odpowiada $\overset{\text{millim:}}{5}$ na skali. Następnie że $\overset{\text{metrów}}{100}$ odpowiada 50 millim., i t. p.

Zrobiwszy te przygotowania rachunkowe odrysuymy skalę. (*fig.* 6). Pociągniymy na gładkim do deski przyklejonym papierze, za pomocą dobrego grafionu, liniią d a c.... równą iednemu metrowi, i podzielmy ią na części 20 równych, takiey wielkości iak a d = a c. Te części odpowiedzą 100 metrom na ziemi. Następnie poprowadźmy od linii c d dziesięć liniy równoległych i zostaiących od siebie w iednostayney odległości, którey wielkość może bydź dowolna. Z punktu a odetniymy w lewo dziesięć części równych, od 5 millimetrów; z tych każda oznacza 10 metrów na ziemi. Naznaczywszy w punkcie a zero, napiszmy przy tych podziałach liczby 10, 20, 30.... 100., A w prawo przy punktach c, x, x'... etc. napiszmy 100, 200, 300... etc. Z punktu d wynieśmy liniią iakąkolwiek, a naylepiéy prostopadłą d d'; punkt d' złączmy z punktem 90, i przez punkta wszystkich mnieyszych podziałów pociągniymy linije równoległe do d' 90. Nareszcie, idąc od punktu d w górę do d', napiszmy

liczby 1, 2, 3,... 10. Tym sposobem wykreślimy skalę żądaną. Od punktu a idąc w górę do b a′, podstawy następne podobnych troykątów oznaczaią 1, 2, 3,.. 10 metrów.

12. *Przykład* 2gi. W poprzedzaiącym przykładzie obie liczby x i y dały się rozdzielić dziesiątkowie; tu weźmiemy przykład w którym tylko x podzieli się dziesiątkowie. Na ten koniec założmy sobie zrobić skalę, w którey ieden sażeń odpowi 10000 sążni na ziemi. Przeto $\frac{1}{x} = \frac{1}{10000}$, $y = 864^{\text{liniiom}}$, $d = 16$, $y' = 54^{l}$, $x' = 625^{s} = 5.5.5.5$.

Pociągniymy (*fig*. 6.) na papiérze liniią d a c..... $= 54^{l}$, i podzielmy ią na 5. 5. 5 części; naymnieysza cząstka odpowi 5^{s} na ziemi; a podwoiona wyrazi 10 sążni. To maiąc łatwo wykreślimy skalę sposobem podanym w §. 11.

Uwaga. U nas komornicy używaią do rozmiarów sznura zawiéraiącego 75 łokci. Dzielą go zaś na 10 prętów, z których każdy ma 10 pręcików, a pręcik ma 10 ławek. W robocie skali rysuią naprzód iedne liniią (*fig*: 6) a d = a c = i t. d., która im wyraża sznur. Dziesiąte części linii a d daią pręty; a podstawy troykątów podobnych leżących pomiędzy punktem a i liniią a′b służą do ocenienia pręcików. Skala ma postać wskazaną na *fig*: 6, i nic trudnego w swoim rysunku nie przedstawia.

13. *Przykład* 3ci. Wykréślmy skalę, w któréy ieden średni krok człowieka wyrazi 10000 tychże kroków.

Z doświadczeń przekonano się, że średni krok człowieka miernego wzrostu wynosi: dwie stopy, pięć cali i siedm liniy, czyli 355 liniy cala litewskiego, który iest dwónastą częścią stopy francuzkiéy zwaney *pied du roi*. Przeto $y = 355$, $x = 10000$; $d = 5$, $y' = 71$; $x' = 2000 = 2.2.2.2.5.5.5$. Podzieliwszy liniią a b $= 71^{l}$ (*fig*: 8.) na części równych pięć, a każdą część piątą dzie-

ląc ieszcze dwa razy na połowę, znaydziemy cząstki 100,0 = 0,100 = = 100,200 = etc. odpowiadaiące stu krokom na ziemi. Następnie potrzeba cząstkę 100,0 rozdzielić na części równych 10, i dokończyć skali sposobem wskazanym na *fig*: 8.

Uwaga. Ważną iest rzeczą dla inżynierów tak urządzać swóy krok, żeby iego średnia wartość była stałą, i iak tu *np.* zawierała 355 liniy, co wynosi prawie $\overset{m}{0,8}$. Podobna wprawa pożyteczną iest na woynie do mierzenia podstaw krokiem, w czasie robienia rozpoznawań woyskowych. W tym celu trzeba się ciągle ćwiczyć w iednostaynem chodzeniu; i doświadczać wielkości swoiego kroku, nietylko kiedy się idzie powoli, ale kiedy idziemy prędko lub bieżemy. Oprócz tego, dobrze iest znać średnią drogę iaką w pewnym czasie koń ubiega, idąc powoli, truchtem, kłusem i galopem.

Przykład 4^{ty}. Nakoniec zróbmy taką skalę, w któreyby iedna stopa odpowiadała 420 stopom na ziemi. Nadto niech układ skali nie będzie dziesiątkowy; niech *np.* iedną miarą większą będzie sążeń = sześciu stopom, drugą sznur francuzki (*chaine*) zawieraiący 42 stopy.

Mamy 1$^{ód:}$ $\frac{1}{x} = \frac{1}{420}$; $y = \overset{st:}{1} = \overset{lin:}{144}$; $d = 12$; przeto: $y' = \overset{l}{12}$, $x' = \overset{st:}{35} = \overset{st:}{5.7}$.

Chcąc przyyść do wyrażenia sążni, trzeba wprowadzić do x' mnożnik 6.

Będzie $6x' = \overset{st:}{5.6.7} = \overset{st:}{210}$; $6y' = 72^l$. Następnie (*fig*. 7) pociągniymy liniią $ab = 72^l$, i przetniymy ią na pięć części równych. Z tych każda wyrazi ieden sznur. Część iednę cd rozdzielmy ieszcze na części równych siedm, te wyrażą sążnie. Z kolei pociągniymy sześć liniy równoległych do cb, zostaiących od siebie w teyże samey odległości. Z punktów c, d, e, b, wynieśmy liniie pionowe; punkt f złączmy z punktem 6, i przez punkta 5, 4, 3, 2, 1, wycią-

guiymy równoległe do f6. To wykréślenie dokładnie uskutecznione da skalę żądaną.

14. W zdeymowaniu i w rysunku planów mierniczych ciągle używamy skali. Umieszcza się ona zwyczaynie przy odrysowanych planach. Powyższa teorya objaśniona przykładami łatwo posłuży do wykonania iakieykolwiek skali, z danego stosunku $\frac{x}{y}$ odległości ziemskiey do długości linii wyrażaiącey ią na mappie. Stosunek ten powinien bydź taki, żeby plan pewnéy zdeymowanéy części ziemi zmieścił się na arkuszu mierniczym, i zawiérał wszystkie potrzebne szczegóły.

Należy pamiętać, że i sam stosunek $\frac{y}{x}$, linii na papierze wyrażaiącéy odległość ziemską, zowie się także skalą. Tak *np.* mówi się, że plan robiony był na skalę $\frac{1}{10000}$, lub $\frac{1}{5000}$, lub $\frac{1}{2000}$ i t. p; naylepiéy iest, kiedy ten stosunek wyraża się przez ułomek maiący za licznik iedność, a za mianownik 500, 1000, 2000, 5000 i t. p. Bo wtenczas łatwo redukować plany miernicze na karty topograficzne. Zwyczayne plany miernicze dość robić na skalę $\frac{1}{2000}$.

15. *Cérkiel proporcyonalny.* (Compas de proportion).

Narzędzie to (*fig.* 9.) składa się ze dwóch ramion prostokątnych AB i AC spoionych zawiasą A, tak że ie przybliżać lub oddalać można dowolnie. Na obu ramionach porysowane są rozmaite linije proste schodzące się w punkcie A.

Linija części równych (ligne des parties égales *ou* les parties égales). Ad, Ad′, podzielona iest zwyczaynie na obu ramionach na 200 równych części. W mnieyszych narzędziach daie się widzieć podzielona na 120 lub 150 części równych i t. p. Złożywszy cérkiel proporcyonalny, mamy linii Ad rozmaite części aż do $\frac{1}{200}$. Chcąc zaś daną inną liniią podzielić na ilekolwiek części równych, należy tak otworzyć cérkiel proporcyonalny, żeby ona zmieściła się pomiędzy punktami 200 i 200. I kiedy mamy ią podzielić *np.* na cztéry części ró-

wne, potrzeba objąć cérklem odległość punktów 50 i 56; a ta liniia będzie $\frac{1}{4}$ linii danéy.

Łatwo rozwiążemy następne zagadnienia. 1ód: Znaleźć liniią, któraby do linii danéy miała się iak *np.* 4:5, 7:8, i t. p. 2re: Maiąc dane trzy boki troykąta w liczbach, wykréślić go na papierze. 3cie: Maiąc wykréślony troykąt na papierze, którego podstawa zamyka *np.* 150 łokci, znaléźć wielkość innych dwóch boków.

Uwaga. Naywiększa liniia do podziału, którą może objąć cérkiel proporcyonalny, iest to odległość 200 i 200, kiedy otworzymy narzędzie na 180°; a naymnieysza, kiedy złożymy oba ramiona.

Liniia cięciw (linea chordarum) (*ligne de cordes* ou *les cordes*). Ac, Ac' także podzielona iest od środka narzędzia A następuiącym sposobem. Odległość A60 iest promieniem koła, którego średnicą iest A180; a odległości A40, A70, A120 etc. są cięciwami w témże kole 40°, 70°, 120° i t. p. Otworzywszy dowolnie ramiona cérkla proporcyonalnego i zakréśliwszy koło odległością 60 60, w témże kole odległość *np.* 50 50 będzie cięciwą 50°, i t. p. Dowód tego opiéra się na teoryi troykątów podobnych.

Naymnieyszy promień 60 60 iest wtenczas, kiedy złożymy ramiona narzędzia; a naywiększy będzie, kiedy ie rozłożymy na 180°.

Znaiąc takowy podział linii cięciw, łatwo ią zastosuiemy do rozwiązania następnych zagadnień. 1ód: Przy punkcie danym na linii wykréślić kąt o pewney liczbie stopni. 2re: Znaleźć liczbę stopni kąta wykréślonego na papiérze. 3cie: W dane koło wpisać wielokąt foremny o pewnéy liczbie boków. 4te Na linii danéy xy wykreślić wielokąt foremny o pewnéy liczbie boków. Chcąc rozwiązać to ostatnie zagadnienie, potrzeba wyrachować wielkość kąta xSy, maiącego wierzchołek w środku koła, a ramionami obeymuiącego liniią xy, która

będzie bokiem szukanego wielokąta wpisanego w toż koło. Pozwolmy że on wynosi 72°. Otworzmy tak cérkiel proporcyonalny, żeby odległość 72 72 równała się linii daney x y; odległość 60 60 będzie promieniem koła x S = S y. Wykréślmy więc troykąt równoramienny x S y, a potém zarysuymy koło z punktu S. Przeniosłszy liniią x y, iak tu pięć razy, na okręgu koła, odrysuiemy wielokąt żądany na linii x y.

Liniia wielokątów (linea polygonorum) (*ligne de polygones* ou *les polygones*) bardzo prędko rozwiązuie ostatnie zagadnienie. Nie trzeba tu szukać wielkości kąta x S y i rysować troykąta równoramiennego. Ta liniia A g, A g′, podzieloną iest według następuiącego prawa. Odległość A 6 = A 6 iest bokiem sześciokąta, czyli promieniem koła, w którém odległości A 3, A 7, A 12 etc. są bokami troykąta foremnego, siedmiokąta, dwónastokąta i t. d. Otworzywszy dowolnie cérkiel proporcyonalny i zakréśliwszy koło promieniem 66, w témże kole odległość *np.* 88 będzie bokiem ośmiokąta foremnego i t. p.

Liniia płaszczyzn (linea planorum) (*ligne des plans* ou *les plans*). Kiedy powiérzchnie kwadratów są między sobą w stosunku 1 : 4 : 9 : 16 : 25 : 36 : 49 : 64, etc. wtenczas boki ich maią się iak liczby 1 : 2 : 3 : 4 : 5 ; 6 : 7 etc. Liniie A f i A f′ tak są podzielone, że właśnie odległości A_1, A_4, A_9, A_{16}, A_{36}, A_{49}, A_{64}, etc. daią kwadraty, maiące się do siebie iak 1 : 4 : 9 : 16 : 25 : 36 : 49 : 64. Podział na części mnieysze oznaczony został za pomocą rachunku, lub dokładnie wykréślonéy figury. Tak że *np.* powierzchnie dwóch kwadratów odrysowanych na liniiach A20 i A50, maią się do siebie = 20 : 50; a same te liniie są w stosunku $\sqrt{20} : \sqrt{50}$. Stosownie do tego podziału liniy A f i A f′, łatwo rozwiązać następne zagadnienie. Maiąc dany bok kwadratu AB, znaleźć inny kwadrat, którego powiérzchnia byłaby $\frac{3}{4}$ powierzchni pierwszego kwadratu.

W tym celu dobiéram naprzód dwóch liczb, *np.* 30 i 40, które maią się

do siebie = 3:4. Nastepnie tak otwiéram cérkiel proporcyonalny, żeby liniia AB zmieściła się pomiędzy 40 i 40. Odległość 30 30 będzie bokiem szukanego kwadratu.

Ponieważ figury podobne są w stosunku kwadratów z odpowiadaiących boków, przeto łatwo postrzegamy: iakim sposobem zrobić figurę podobną figurze danéy, maiącą się do niey w stosunku n:m.

Liniia brył (linea solidorum) (*ligne de solides* ou *les solides*). Ta liniia Ah i Ah′ tak iest podzielona, że bryłowatości dwóch sześcianów wystawionych *np.* na liniiach A20 i A64, maią się do siebie = 20:64; a same te liniie są w stosunku pierwiastków $\sqrt[3]{20} : \sqrt[3]{64}$. Łatwo iest, za pomocą tak podzielonych liniy, znaleźć bok sześcianu, któryby się miał do sześcianu danego = n:m. A ponieważ bryłowatości podobnych brył są w stosunku sześcianów z odpowiednych krawędzi, potrafimy więc z łatwością zrobić bryłę podobną bryle danej i maiącą się do niey w stosunku n:m.

Liniia metalli Ar i Ar′ (linea metallorum) (*ligne de métaux* ou *les métaux*) tak iest urządzona, że kule złota średnicy A☉, ołowiu średnicy A♄, srébra średnicy A☾, miedzi średnicy A♀, żelaza średnicy A♂, i cyny średnicy A♃, są równego ciężaru. Maiąc więc *np.* kulę złotą średnicy AB, i chcąc znaleźć średnicę kuli miedzianey teyże samey wagi co i złota, otworzę tak ramiona cérkla proporcyonalnego, żeby między punktami odpowiadaiącemi ☉☉ zmieściła się liniia AB. Wtenczas odległość punktów ♀♀ będzie liniią żądaną. Oprócz tego liniią metalli można wiele rozwiązać zagadnień tyczących się mieszaniny metalli. Osoby życzące o tém się dowiedzieć, a razem poznać mnóstwo zagadnień rozwiązywanych za pomocą cérkla proporcyonalnego, udadzą się do dzieła *Biona*, pod tytułem: *traité de la construction des instrumens de mathématique. Paris.* 1752.

Jeszcze się znayduią niekiedy na dużych cérklach proporcyonalnych liniie wstaw i stycznych, przez co można rozwiązać rozmaite zagadnienia. Również zdarzy się znaleźć i liniie służące do wpisywania wielościanów foremnych w kulę; iako też i mnóstwo innych mnieyszéy wagi, które łatwo poięte i zastosowane bydź mogą do praktyki, maiąc narzędzie przed okiem.

Liniie Mz i M′z′ pokazuią średnice kul od $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ funta, i 2, 3, 4...36 funtowych. Liniie Ny i N′y′ daią średnice armat dwófuntowych, sześciofuntowych i t. d.

16. *Wernier* (Vernier). Przy sztućcu jeometrycznym dołączam opisanie werniera, który służy do liczenia drobnych podziałów liniy prostych i łuków koła. Narzędzie to wzięło nazwisko od wynalazcy francuza *Vernier*. Teorya iego i skład są następuiące.

Weźmy blaszkę gładką ABDC, (*fig.* 10) i podzielmy ią *np.* na dziewięć części równych Am_1 Cn_1, $m_1 n_1$ $m_2 n_2$, $m_2 n_2$ $m_3 n_3$..... $m_8 n_8$ BD. Liniia AB podzielona iest na dziewięć części równych: $Am_1 = m_1 m_2 = m_2 m_3 \ldots m_8 B$. Chcąc mieć iéy części: $\frac{1}{90}$, $\frac{2}{90}$, $\frac{3}{90}$.... $\frac{8}{90}$, przyłożmy do niey drugą blaszkę gładką prostokątną ABFE, podzieloną na części równych dziesięć, liniiami $x^I y^I$, $x^{II} y^{II}$, x^{III}, y^{III} .... $x^{IX} y^{IX}$. Oczywista rzecz, że:

$$Ay^I = y^I y^{II} = y^{II} y^{III} \ldots y^{IX} B = W; \quad Am_1 = m_1 m_2 = m_2 m_3 \ldots = m_8 B = L.$$

$$W = \frac{AB}{10}, \quad L = \frac{AB}{9}. \text{ Przeto:}$$

$$L - W = \frac{AB}{9} - \frac{AB}{10} = \frac{AB}{90} = y^I m_1.$$

$$2(L - W) = \frac{2.AB}{9} - \frac{2.AB}{10} = \frac{2AB}{90} = y^{II} m_2$$

$$3(L - W) = \frac{3AB}{9} - \frac{3AB}{10} = \frac{3AB}{90} = y^{III} m_3 \text{ i t. d.}$$

Tak więc dzieląc AB z iedney strony na części dziewięć, a z drugiey na $(9+1) = 10$, mamy pomiędzy przyległémi odpowiednémi częściami dwóch podziałów cząstki: $y^{I} m_1$, $y^{II} m_2$, $y^{III} m_3$, $y^{IV} m_4$ ... $y^{IX} B$, wyrażaiące $\frac{1}{90}$, $\frac{2}{90}$, $\frac{3}{90}$, $\frac{4}{90}$ .... $\frac{9}{90}$, linii AB.

Kiedy blaszka ABCD iest stałe przymocowaną do iakiegoś narzędzia, a blaszka AEFB może się koło AB wolnie poruszać śrubą *np.* w kierunku AB, wtenczas: zgodziwszy AE *np* z punktem A, lub z m_1, m_2, m_3 .... m_8, przebiegę blaszką ABFE, zwaną wernierem, część o, potém $\frac{1}{9}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{9}$ .... $\frac{8}{9}$ linii AB. Zgodziwszy zaś wernier z całkowitym podziałem dziewiątym linii AB, *np.* z punktem A, kiedy go tak posunę, że liniia x^{I} y^{I} stanie na linii prostey z m_1 n_1, przebiegę $\frac{1}{90}$ linii AB. Posunąwszy tak wernier, żeby zgodzić *np.* x^{VI} y^{VI} z m_6 n_6 przebiegę $\frac{6}{90}$ AB i t. p. Łatwo poymuiemy, iakim sposobem, posuwaiąc wernier około blaszki ABCD, oznaczyć bieg iego co do części dziewiątych i dziewięćdziesiątych linii AB.

Jeżeli liniia AB wraz z blaszką ABCD ciągnie się dalcy w prawo *np.* do ACOQ, i iedostaynie iest podzieloną na części równe podziałowi Am_1, wtenczas posuwaiąc wernier ABFE w kierunku AB, trzeba liczyć 1ód: ile przeszła liniia AE, przy którey zwyczaynie pisze się o, całkowitych podziałów dziewiątych. 2re: zważać należy, który podział werniera zgodził się z podziałem blaszki stałey spodniey. Jeżeli zgadza się podział *np.* szósty, to oprócz pewney liczby podziałów dziewiątych, ubiegł wernier $\frac{6}{90}$ AB. Jeżeli zgadza się podział ósmy, to $\frac{8}{90}$ AB; i t. p.

Gdy blaszka stała ABCD rościąga się w lewo *np.* do ACKT, posuńmy wernier po BAK od A do K. W tym przypadku gdy $x^{IX} y^{IX}$ zgodzi się z m_8 n_8, wernier ubieży $\frac{1}{90}$ AB. Gdy *np.* $x^{VII} y^{VII}$ zgodzi się z m_6 n_6, wernier ubieży $\frac{3}{90}$ AB; i t. p. Jednėm słowem: posuwaiąc w tył wernier, liczyć potrzeba 1ód: wie-

le bok werniera AE, zwany zerem werniera, ubiegł podziałów dziewiątych linii AB. 2re: uważać należy: który podział werniera zgodził się z podziałem blaszki. Jeżeli *np.* zgodził się podział werniera $x^{IV}\, y^{IV}$, to wernier ubiegł po blaszce, oprócz pewney liczby podziałów dziewiątych, ieszcze $\frac{6}{90}$AB. Jeżeli się zgodził podział $x^{VIII}\, y^{VIII}$, to ubiegł $\frac{2}{90}$AB i t. p.

Analogiia pokazuie: że podzieliwszy blaszkę stałą ABCD na części równych n, a wernier AEBF na części n + 1, pierwsza różnica $y^{I} m_1 = \frac{AB}{n(n+1)}$. Bo ieden podział linii $AB = L = \frac{AB}{n}$; a ieden podział werniera $W = \frac{AB}{n+1}$. Stąd:

$$\left.\begin{aligned} y^{I}\, m_1 &= \frac{AB}{n} - \frac{AB}{n+1} = \frac{AB}{n(n+1)} = \frac{L}{n+1}. \\ y^{II}\, m_2 &= \frac{2\,AB}{n} - \frac{2AB}{n+1} = \frac{2.\,AB}{n(n+1)} = \frac{2\,L}{n+1}. \\ \ldots y^{V}\, m_5 &= \frac{5\,AB}{n} - \frac{5AB}{n+1} = \frac{5.\,AB}{n(n+1)} = \frac{3\,L}{n+1} \text{ i t. p.} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots (1).$$

Wzór (1) uczy nas, na ile części trzeba dzielić blaszkę stałą i wernier, żeby otrzymać żądaną naymnieyszą cząstkę linii AB. A teorya i *fig.* 10 przekonywa: że oceniwszy wartość pierwszey różnicy $y^{I} m_1$ ze wzoru (1), wiemy tém samém, co znaczy różnica piąta, siódma i n^{ta}.

Posuwaiąc wernier kierunkowie, trzeba liczyć ile zero werniera ubiegło podziałów n^{tych} blaszki AB; następnie należy uważać, który podział werniera zgodził się z podziałem blaszki stałey. Kiedy zgodził się *np.* siódmy podział, to oprócz podziałów n^{tych} linii AB, ubiegł wernier $\frac{7\,AB}{n(n+1)}$ i t. p.

Posuwaiąc wstecznie wernier, liczy się wiele zero werniera uszło podziałów n^{tych} linii AB, i uważa: który podział werniera zgodził się z podziałem

blaszki. Jeżeli zgodził się *np.* podział $(n+1)-8$, to wernier, oprócz pewney liczby podziałów n^{tych}, ubiegł ośm podziałów $\frac{AB}{n(n+1)}$ tych; i t. p.

17. Artyści pospolicie stosuią do narzędzi opisany tu wernier. Zdarza się iednak, że liczba podziałów blaszki n, odpowiada podziałom wierniera $n-1$. Wtenczas podziały werniera są większe od podziałów blaszki. Wzór na wartość piérwszey różnicy i następnych iest nieco odmienny, ale użycie narzędzia iest toż samo.

W tym przypadku uważmy (*fig.* 11) że ABCD iest blaszką podzieloną na części równych *np.* dwanaście; nazwiymy iednę część przez L. AEFB iest wernier podzielony na części równych iedénaście; nazwiymy iednę część werniera W. Mamy:

$$11\,W = 12\,L. \quad W = \tfrac{12}{11}\,L. \quad 1.\,W - 1.\,L = \tfrac{1}{11}\,L = y^x m_{11}.$$

$$\text{A ogólnie: } (n-1)\,W = n L. \quad W = \frac{n}{n-1}\,L.$$

$$1.\,W - 1.\,L = \left(\frac{1}{n-1}\right) L = y^x m_{11} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Wzór (2) uczy nas, iak rachować różnicę piérwszą i następne. Figura zaś 11 pokazuie: że pierwszą różnicą iest $y^x m_{11}$; drugą $y^{ix} m_{10}$; szóstą $y^v m_6$; i t. p. Porządek różnic tego werniera iest odwrótny względem porządku różnic werniera wystawionego na *fig.* 10. Posuwaiąc tu (*fig.* 11) wernier od lewey strony ku prawey, kiedy zgodzi się $x^x y^x$ z $m_{11} n_{11}$, wernier ubieży $\frac{1}{11}$L. Kiedy zgodzi się $x^{vi} y^{vi}$ z $m_7 n_7$, wernier ubieży $\frac{5}{11}$L.

Łatwe iest użycie tego werniera i zupełnie podobne do poprzedzaiącego. Zastanowiwszy się widzimy: że wernier (*fig.* 11) iest odwrótnym względem werniera (*fig.* 10). Na *fig.* 10 uważaiąc AEFB za blaszkę stałą, a ABCD za wernier, wpadamy na *fig.* 11. Porządek wzrastania różnic iest tenże sam. Bo wyraziwszy przez iedność różnicę między pierwszym podziałem werniera i pier-

wszym podziałem blaszki, różnica *np.* między szóstym podziałem werniera i szóstym podziałem blaszki iest sześć razy większą i t. p. Tylko na *fig.* 10. różnice coraz większe idą od A do B, a na *fig.* 11 idą od B do A.

18. Teorya i użycie werniera oczywiście są też same, czy to weźmiemy dwie blaszki prostokątne (*fig.* 10 i *fig.* 11), gdzie liniia AB prosta podzielona iest na blaszce stałey na części n, a na wernierze na n + 1 lub na n — 1, czyli też zegniemy te blaszki w łuk koła, i uważymy na *fig.* 12 łuk AB z iedney strony podzielony na okręgu koła na części n, a z drugiey na wernierze na części n + 1 lub n — 1. Pozostaie tylko objaśnić użycie wierniera kołowego szczególnym przykładem.

Niech łuk AB (*), wynoszący *np.* 9° (*fig.* 12.), będzie podzielony na okręgu koła na dziewięć równych części znaczących 1°. Zastosuymy do niego wernier AklB podzielony na części 9 + 1 = 10. Według wzoru (1) §. 16.

$$1a = \frac{1^0}{10} = 6'; \quad 2b = 12'; \quad 3c = 18';$$

$$\ldots\ldots 7g = 42'; \; 8h = 48'; \; 9A = 54'.$$

Koło ABCE ma obrączkę podzieloną na stopnie; a przechodząca przez środek liniia AkS wolnie obraca się około punktu S, i do iednego końca B ma zastosowany wernier.

Poruszaiąc wernier w kierunku BAE, ile stopni przebieży po okręgu koła zero werniera odpowiadaiące linii Bl, tyle uydzie liniia AS. Drobnieysze części, iak tu od 6′, tak się oceniaią. Poruszywszy liniią SA, liczyć 1ód: potrzeba:

(*) Nie mogąc dla szczupłości mieysca rysować koła wielkiego promienia, a chcąc podziały obrączki kołowey i werniera dadź znaczne, żeby ich różnice były wyraźnieysze, przymuszeni byliśmy oznaczyć przez 9° na *fig.* 12 łuk bez porównania większy. To iednak nie przeszkadza bynaymniey poięciu rzeczy.

wiele stopni przebiegło po okręgu koła zero werniera. Następnie uważa się, który podział werniera zgodził się z podziałem wyrzniętym na obrączce ABC. Jeżeli zgodził się *np.* podział szósty, to do pewney liczby przebieżonych stopni dorzucę $6' \times 6 = 36'$; ieżeli ósmy, to $6' \times 8 = 48'$. i t. p.

Posuwaiąc zaś linią AkS w kierunku wstecznym ABC, liczyć 1ód wypada: wiele stopni przebiegło zero werniera po obrączce kołowey. Potém zaś uważać należy, który podział werniera zgodził się z podziałem obrączki. Kiedy zgodził się podział siódmy, to do pewney liczby przebieżonych stopni dorzucę $6' \times 3 = 18'$; ieżeli czwarty, to dorzucę $6' \times 6 = 36$, i t. p.

Zrozumiawszy użycie tego werniera, łatwo poymiemy wernier podzielony na części $n - 1$. Ćwiczenie się praktyczne na wernierach zastosowanych do łuków kół naylepiey ugruntuie czytelników w tey rzeczy.

Maiąc iakikolwiek wernier, pierwszą iest rzeczą wyrachować, ile znaczy różnica między iednym podziałem werniera i iednym podziałem obrączki koła. To poznawszy, widzimy wielkość różnic następnych. A przesuwaiąc wernier razy kilkanaście po rozmaitych podziałach koła, i pamiętaiąc na wyższe uwagi, wyćwiczymy się w iego użyciu.

Pamiętać należy, że kiedy żaden podział werniera niezgadza się zupełnie z podziałem obrączki kołowey, wtenczas bierze się podział werniera nayblizey przystępuiący do podziału koła, a reszta zaniedbuie się, lub przez przybliżenie ocenia z oka.

ROZDZIAŁ II.

Narzędzia miernicze służące do obserwacyi kątów i wymiaru liniy.

19. *Stolik mierniczy* (planchette) (*tabula Praetoriana*).

Stolik mierniczy wynaleziony w wieku 16tym przez *Praetoriusa* professora w kollegium w Norymberdze, składa się istotnie z tablicy kwadratowey lub prostokątney gładkiey, przystosowaney do podstawka z trzema nogami okutémi na końcu żelaznémi ostrzami. Nogi te wbiiaią się lekko w ziemię; tak iednak, żeby położenie stolika było stałe (*solide*), i od wiatru lub małego potrącenia nie drżało. Sam stolik powinien za pomocą śrub obracać się wierzchołkowo i azymutalnie (*), żebyśmy go dowolnie upoziomować i okręcać mogli. Do upoziomowania stolika używa się gruntwaga (*niveau à perpendicule*), §. 13. równoważenia, albo libella (*niveau à bulle d'air*), §. 14. równoważenia, albo kulka marmurowa.

Na powierzchni stolika nakleia się biały i gładki papier, na którym plan zdeymowany rysuiemy. Dla trwałości można papier podkleić muślinem lub cienkim płótnem.

Jak wszystkie narzędzia tak i stolik od czasu swoiego wynalazku rozlicznym ulegał odmianom. My tu podamy opis składu tego narzędzia naydogo-

---

(*) Nazywamy ruchem azymutalnym (*mouvement azimutal*) ruch poziomy wirowy. Nie maiąc i nie znayduiąc krótkiego i dobitnego wyrazu, zgodnego z duchem naszego ięzyka, na oddanie tego gatunku ruchu, używać ciągle będziemy wyrazu *azymutalny*, powszechnie przyiętego w ważnych dziełach polskich astronomicznych.

dniey urządzonego do odbywania prędko i z pomyślnym skutkiem mierniczych robot. Takiego stolika właśnie używaią inżynierowie w Rossyi i w Niemczech.

Składa się on 1ód: z tróynoga (*trépied*). 2re: z kolana (*genou*). 3cie: z tablicy kwadratowey lub prostokątney stanowiącey właściwy stolik.

Tróynog stanowią trzy nogi (*fig.* 13.) J, J, J, okute w dole ostrzami żelaznémi, za pomocą których wbiia się stolik w ziemię. Wierzchołek każdey nogi W stosuie się śrubą S do krążka drewnianego KK, grubego na trzy cale, maiącego około sześciu cali średnicy, tak: że nogi wolnie przybliżać się i oddalać mogą. Krążek KK stanowi kolano narzędzia. We trzech iego punktach P, P, P, są śruby Z, Z, Z, z głowami płaskiemi, wpuszczone do matr będących w KK które śrubuiąc lub odwalniaiąc, można podnosić lub zniżać położoną na ich głowach tablicą drewnianą. Jeszcze iest wielka śruba YY, przechodząca przez sam środek krążka KK.

Tablica posiłkowa drewniana kwadratowa pp′ zwierzchu gładka, maiąca bok około 12 cali, ma we środku krążek mosiężny mn od trzech cali średnicy, mieszczący w swoim środku kulę wolnie obracaiącą się i wydrążoną w postać matry. Tablica ta kładzie się poziomo nad krążkiem KK na głowach śrub Z, Z, Z, i przytwierdza do kolana wielką śrubą YY, wpuszczaiąc ią do matry będącey w kuli. Tym sposobem można wolnie ręką obracać azymutalnie tablicę pp′, dopóki nie przytwierdzę mocno śruby YY. Przymocowawszy zaś śrubę YY, nadam powolny ruch azymutalny tablicy pp′ śrubą tak nazwaną mikrometryczną RR.

Przytwierdziwszy tablicę posiłkową pp′, wsuwam na nią tablicę z wierzchu doskonale gładką CC, i przytwierdzam w jakiémkolwiek położeniu czterema śrubami drewnianemi d, d, d, d, przechodzącemi przez tablicę posiłkową pp′. Wtenczas mam złożony cały stolik.

Tak więc wbiiaiąc nogi J, J, J, w ziemię, i rozszérzaiąc ie dowolnie, utwierdza się stolik i poziomuie z oka tablica CC. Dopóki nieprzycisnę mocno śruby YY, mogę ręką obracać wolnie azymutalnie tablicę CC. Po przymocowaniu śruby YY, obraca się tablica CC powoli azymutalnie śrubą mikrometryczną RR. Dla dokładnego upoziomowania tablicy CC, potrzeba położyć na niey gruntwagę albo libellę, we dwóch kierunkach do siebie prostopadłych, i dopóty działać śrubami Z, Z, Z, dopóki naydokładniey nie upoziomuiemy stolika. Chcąc wsunąć daley lub wysunąć tablicę CC, trzeba odwolnić cztéry śruby drewniane d, d, d, d, i po wysunięciu lub wsunięciu znowu ią témiż cztérema śrubami przymocować do tablicy posiłkowey pp.

Stolik tu opisany zupełnie odpowiada swemu przeznaczeniu. Bo może się prędko i powoli poziomować, obraca się azymutalnie prędko i powoli, tablica CC daie się wysuwać i wsuwać, a co naywiększa: po zupełném urządzeniu i przytwierdzeniu śrubami, narzędzie ma położenie stałe (*solide*). Bo kładąc libellę na powierzchni stolika, i umyślnie zwolna go trącaiąc, libella się nie zruszy.

20. *Dyoptra* (alidade) (*dyoptra*).

Stolik iest właściwie tablicą na którey rysuiemy plan zdeymowany; celuie się zaś dyoptrą do obserwowanych punktów przedmiotów. Ta składa się (*fig.* 14.) z linii gładkiey metalliczney ABCD, zwyczaynie szérokiey na dwa cale, długiey na łokieć lub pięć ćwierci, przy którey końcach AD i CB są pionowe do iey powierzchni dwie liniyki, maiące długości około ćwierci łokcia. Naywygodniéy iest, kiedy te liniyki nachylaią się na zawiasach do linii ABCD, i po wyprostowaniu podporkami ef i gh pionowie utwierdzić się daią. Jedna liniyka DF ma połowę spodnią GD przerznięta na grubość nici w n o, a połowę górną GF wydrążoną i opatrzoną włosem lub nicią mn; tak że mno iest pionowe do

powierzchni ABCD. Druga liniyka ma połowę górną przerznięta na grubość włosa w pq, a połowę spodnią wydrążoną i opatrzoną włosem lub nicią qr, tak że pqr iest pionowe do ABCD.

Postawiwszy dyoptrę na stoliku dobrze urządzonym i upoziomowanym, celuie się do przedmiotu przykładaiąc oko do części przerzniętey na grubość nici, i patrząc na nić drugą napiętą w części wydrążoney drugiey liniyki. W tym kierunku powinien leżeć punkt obserwowany; czego dokażę posuwaiąc ręką dyoptrę. Jeżeli pociągnę na papierze gładko przykleionym do stolika ołówkiem cienko i płasko zaostrzonym liniią około boku AB, ta wyrazi mi rzut poziomy linii celowaney, kiedy tylko bok AB leży na płaszczyznie przechodzącey przez nici mno i pqr pionowey do poziomu.

Istotną więc iest rzeczą w dyoptrze, żeby liniia AB była doskonale prostą; o czém się łatwo przekonać sposobem wymienionym w §. 1. Powtóre: płaszczyzna przechodząca przez nici mno i pqr ma bydź pionową do powierzchni linii ABCD, i trafiać na liniią AB. W tym celu wyprobuię za pomocą linii prostey, czy nici mn i qr i przerznięcia no i pq są liniiami prostémi; i doświadczę dobrą węgielnicą, czy mno i pqr są pionowe do płaszczyzny dyoptry. Następnie wyniosę stolik na otwarte pole, i ustawiwszy go poziomie, wbiię pionowie do tablicy dwie cienkie igiełki i przyłożę do nich dyoptrę bokiem AB. Celuiąc przez wycięcie on i nić qr, każę zabić w znaczney odległości prostopadle kiy gładki, tak żeby on leżał na linii celowaney. Z kolei patrząc przez wycięcie pq i nić mn, każę zabić prostopadle drugi kiy gładki na linii celowaney. Potém obrócę dyoptrę stronami przeciwnemi, i przyłożę AB do igiełek. Jeżeli oba kiie leżą znowu na liniiach celowanych, płaszczyzna przechodząca przez mno i pqr iest pionową i trafia na AB. To doświadczenie należy powtórzyć kilkakrotnie.

Uwaga. Można używać dyoptry do zdeymowania kątów, kiedy płaszczyzna pionowa przechodząca przez mno i pqr czyni kąt stały x z AB, iak to zobaczymy w §. 21. Ale dogodniey iest kiedy kąt x=0, osobliwie do oryentowania stolika. O tém lepiey się poźniey przekonamy.

21. Zamiast dyoptry z ńićmi (*alidade à pinnules*) daleko lepiey używać dyoptry z lunetą (*alidade à lunette*); bo ta ostatnia nie tyle osłabia wzrok, na odlegleysze służy przedmioty, i mieysca znacznie wyniosłe nad poziom i zapadłe pod poziomem obserwować dozwala. W dyoptrze z lunetą celuie się za pomocą lunety z mikrometrem (*) złożonym ze dwóch nici do siebie prostopadłych.

(*) Tu należy opisać skład lunety sposobem prostym, przytaczaiąc tylko wypadki dowodów matematycznych i doświadczeń.

Weźmy rurę walcową ttL′, (*fig.* 15.) i osadźmy w końcu L′ soczewkę podwóynie wypukłą, zwaną *szkłem przedmiotowém* (objectif), dla tego że ią zawsze zwracamy do przedmiotów obserwowanych; w samey zaś rurce umieśćmy ieszcze tyle soczewek, żeby promienie światła padaiące od pewnego punktu przedmiotu na soczewkę L′, po złamaniu się i krzyżowaniu w przeyściu przez wszystkie soczewki, utworzyły w punkcie *np.* x maleńki wyraźny obraz obserwowanego przedmiotu. Do rury ttL′ włożmy rurkę uutt. Punkt x niech przypada w rurce uutt. Osadźmy w rurce uutt kołko metalliczne (*fig.* 20) maiące dwie nici grubości włosa, przecinaiące się prostopadle, tak: żeby punkt x przypadł na przecięcie nici. Takie kółko zowie się *mikrometrem* (micromètre). W rurkę uutt włożmy rureczkę wwuu maiącą w końcu L maleńką soczewkę podwóynie wypukłą. Ta zowie się *szkłem okowém* (oculaire), bo w obserwacyi przy niey umieszczamy oko.

Zwróciwszy lunetę LL′ na iakikolwiek przedmiot, obraz iego maluie się w x, około środka mikrometru; a my patrząc w L przez szkło okowe, widzimy ten obraz. Wielkość obrazu zawisła od stosunku wypukłości soczewek lunety. W tak nazwanych lunetach ziemskich, obrazy obserwowanych przedmiotów są w położeniu naturalném; w lunetach astronomicznych, maiących mniey szkieł od ziemskich, obrazy względem położenia przedmiotów są przewrócone. Ale za to w lunetach

Punkt obserwowany zawsze się umieszcza na przecięciu nici. Luneta wolnie obraca się po płaszczyźnie pionowey do poziomu, zwaney płaszczyzną wierzchołkową (*plan vertical*).

---

astronomicznych widzimy obrazy przedmiotów daleko czystsze i mniey zakolorowane obcémi farbami.

Istotną iest rzeczą, żebyśmy widzieli w lunecie obraz iak nayczyściey. W tym celu, stosownie do mocy wzroku, trzeba dopóty wyciągać lub wsuwać rurkę wwuu noszącą szkło okowe, póki czysto nie zobaczymy obrazu obserwowanego przedmiotu. 2*re*: Obraz przedmiotu ma mieć kolory naturalne, i nie powinien bydź innémi obcémi zafarbowany. To iuż zależy od gatunku szkieł. Lunety tak nazwane *achromatyczne* daią obraz przedmiotu w naturalnych kolorach. 3*cie*: Mikrometr ma bydź osadzony w samym punkcie x, zwanym *ogniskiem* (foyer), gdzie się maluią obrazy obserwowanych przedmiotów. Chcąc się o tém przekonać, potrzeba patrzeć na punkt pewnego przedmiotu, umieściwszy go raz na iedney drugi raz na drugiey nici mikrometru, i zniżać lub podnosić oko. Kiedy w tym razie punkt obserwowanego przedmiotu nie schodzi z nici mikrometru, znakiem iest: że mikrometr leży w samém ognisku. Inaczey dociągnę mikrometr do ogniska, wsuwaiąc lub wyciągaiąc rurkę uutt noszącą mikrometr.

Tak więc maiąc lunetę, 1*ód*: umieszczę mikrometr w ognisku. 2*re*: Tak urządzę szkło okowe, żebym iak naywyraźniey postrzegł obraz przedmiotu.

Liniia widzenia przechodząca przez środek mikrometru x, środek szkła przedmiotowego i punkt obserwowany, znayduiący się w tym razie na przecięciu nici mikrometru, zowie się *osią optyczną* (axe optique). Oczywista rzecz, że odmieniaiąc przecięcie nici mikrometru, odmienimy położenie osi optyczney lunety. Nici mikrometru czasem daią się posuwać śrubkami ruszaiącemi cały mikrometr w kierunku pionowym i poziomym. Nayczęściey iednak kółko metalliczne mikrometru stale iest osadzone w rurce uutt, a nici wzaiemnie prostopadłe ab, cd, przykleiaią się woskiem. Na nici mikrometru używaią się włosy, albo cieniutkie dróty metalliczne grubości włosa. Rozmaity bydź może układ nici w mikrometrze. W miernictwie iednak używa się tylko do lunet mikrometr odrysowany na *fig.* 20.

Dyoptra z lunetą (*fig.* 15) składa się z linii metalliczney RRrr, do którey po środku stosuie się dwóma śrubami A B podstawek CDE. Nóżki iego można trochę podnosić za pomocą śrubek F, G. Nóżkę AC można cokolwiek posunąć śrubkami f, g, z boku do niey przystosowanemi. Podstawek w wierzchu zakończony iest gładkim cienkim walcem H, maiącym we środku okrągły otwor. Powierzchnie walca powinny bydź pionowe do linii RRrr, co można sprawdzić węgielnicą, a poprawić śrubkami F, G, podnoszącémi nóżki podstawka C, D. Luneta L, L′ objęta iest pierścieniami J, K, złączonémi z częścią okręgu koła MNO podzieloną zewnątrz na stopnie i drobnieysze części, a wewnątrz opatrzoną zębami. Po środku MO iest czop walcowy śrubowy, który wkłada się do otworu walcowego wyrzniętego w środku walca H, i przytwierdza lekko do niego śrubą P; tak iednak: żeby śrubą zębatą Q luneta mogła się dowolnie podnosić i zniżać, czyli obracać wierzchołkowie, i żeby nie chełtała się w mieyscu obrotu.

Istotną iest rzeczą w tém narzędziu, żeby liniia RR była prostą; i żeby podnosząc lub zniżaiąc lunetę, oś optyczna opisywała koło wierzchołkowe przechodzące przez RR. Chcąc się o tém przekonać, 1ód: wyprobuię węgielnicą, czy powierzchnia walca H, do którego przykładam lunetę bokiem MO, iest prostopadła do powierzchni linii RRrr.

2re: Doświadczę, po włożeniu lunety do otworu wyrzniętego w walcu H i po przymocowaniu śrubą P, czy w obrocie wierzchołkowym nie chełta się luneta około mieysca obrotu.

3cie: Zawieszę o kilkanaście kroków od dyoptry stoiącey na upoziomowanym stoliku nić z ciężarem długą *np.* około dziesięciu łokci; obiorę zaś taką odległość, żebym tę nić naydokładniey widział w lunecie. Zgodziwszy środek mikrometru z nicią z ciężarem, powinienem śrubą zębatą Q podnieść i zniżyć

tak lunetę, żebym całą nić z ciężarem przeprowadził przez lunetę. Jeżeli w tém działaniu nić z ciężarem nie zeszła z przecięcia nici mikrometru, znakiem iest że oś optyczna opisała łuk koła wierzchołkowego. W przeciwném zdarzeniu, trzeba stosownie nachylić lunetę śrubkami F, G, przystosowanemi do nóżek AC i BD.

4te: Lubo oś optyczna opisuie łuk koła wierzchołkowego, płaszczyzna iednak wierzchołkowa przez nią przechodząca może nietrafiać na RR. Chcąc się o tém przeświadczyć, ustawię w otwartém polu dyoptrę z lunetą na upoziomowanym stoliku *np.* w C (*fig.* 16), i w znaczney odległości każę wbić pionowie w ziemię kiy gładki walcowy BB′, w kierunku osi optyczney mn. Następnie obrócę lunetę wierzchołkowie na 180°, i wbiwszy w kierunku osi optyczney drugi kiy AA′, pociągnę ołówkiem obok RR liniią prostą na tablicy stolika. Potém przyłożę do tey linii bok RR stronami wbrew przeciwnémi, i sprawdzę: czy kiie AA′ i BB′ leżą na osi optyczney lunety mn. To będzie dowodem, że oś optyczna lunety opisuie koło wierzchołkowe przechodzące przez RR.

W przypadku zbaczania koła wierzchołkowego opisywanego osią optyczną lunety od RR, mogę stosownie odmienić położenie lunety, posuwaiąc śrubkami f, g, nóżkę podstawka AC.

Opisaną tu dyoptrę z lunetą zrobił P. *Ertel* mechanik w Münich dla gabinetu jeodezycznego Cesarskiego Wileńskiego Uniwersytetu. Łączy ona prostotę ze wszystkiemi łatwemi sposobami sprawdzenia i stosownego urządzenia narzędzia. Życzyć należy, dla dokładności większych robót mierniczych, żeby upowszechniono to narzędzie w Litwie. P. *Ertel* dał ieszcze łuk koła wierzchołkowego MNO, dla brania wysokości przedmiotów. Oprócz tego, przy iednym końcu lunety L, do którego przykłada się oko, iest krążek S z otworem

włosowym; a przy drugim L′ tabliczka prostokątna z mikrometrem T, złożonym ze dwóch nici do siebie prostopadłych. Ten przydatek służy do szukania z oka punktów przedmiotów, żebyśmy iuż ie mieli w lunecie. Bo wprowadzenie wprost przedmiotów do lunety częstokroć więcey zabiera czasu.

22. Stolik z dyoptrą stanowi w miernictwie narzędzie służące do zdeymowania kątów przywiedzionych do poziomu, i rysowania ich na papierze przyklejonym do tablicy stolika. I tak pozwolmy że (*fig.* 17.) z punktu A chcemy zdjąć kąt CAB, maiący wierzchołek w stanowisku A, a ramionami obeymuiący punkta przedmiotów B i C. Kąt ten zowie się kątem położenia (*angle de position*). Na ten koniec ustawiam stolik nad punktem A, i poziomuię go za pomocą libelli lub gruntwagi kładzioney w dwóch kierunkach do siebie prostopadłych. Wbiwszy pionowie kołek gładki walcowy w A, przenoszę ten punkt na stolik cérklem krzywym (*compas d'épaisseur*), którego iedna nóżka dotyka się stolika w a, a druga maiąca nić z ciężarem odpowiada kołkowi wbitemu w A. W punkcie a utwierdzam pionowie delikatną igłę, i przykładam do niey dyoptrę, celuiąc do kiia wbitego pionowie w C. Potém płasko i cienko zaostrzonym ołówkiem ciągnę koło brzegu dyoptry liniią celowaną ac. Z kolei zwracam około igiełki a dyoptrę do kiia wbitego pionowie w B; i scelowawszy do tego punktu, ciągnę ołówkiem około tegoż samego co i pierwiey boku dyoptry liniią celowaną ab. Kąt bac wykreślony na stoliku, oczywiście wyraża kąt położenia BAC przywiedziony do poziomu. Potrzeba tylko dobrze upoziomować stolik, i sprawdzić dyoptrę za pomocą wyżey wymienionych sposobów.

23. Powiedzieliśmy we wstępie, że plan odrysowany na papierze pewney części powierzchni ziemskiey iest figurą podobną do karty mierniczey naturalney teyże powierzchni. W miernictwie zoryentować (*orienter*) stolik, czyli raczey plan na nim wykreślony, znaczy tak urządzić to narzędzie, żeby po upo-

ziomowaniu iego, wszystkie linie na nim będące były równoległe do odpowiednych im liniy na karcie mierniczey naturalney, i żeby punkta umieszczone na stoliku podobnież były umieszczone iak i na ziemi.

Łatwo zoryentuię stolik, maiąc daną i przystępną iednę linią AB na ziemi. Bo wtenczas ustawiwszy stolik nad punktem A, upoziomowawszy go, zgodziwszy punkt a stolika z punktem A na ziemi, przyłożyć trzeba dyoptrę do linii ab wykreśloney na stoliku. Następnie należy tak obracać stolik azymutalnie, żeby linią ab umieścić na kierunku linii AB. Można ieszcze zoryentować stolik maiąc daną linią A′B′ równoległą do AB. Zgodziwszy bowiem linią ab z linią A′B′, tém samém zoryentuiemy stolik.

24. Mówiliśmy w §. 22. że za pomocą cérkla krzywego (*compas d'épaisseur*) i nici z ciężarem zgadza się punkt powierzchni ziemskiey z pewnym punktem stolika. To działanie zowią Francuzi (*mettre un levé en station*). Stawiąc stolik nad punktem ziemskim, naprzód zgadza się z nim punkt stolika z oka, potém zaś używa się cérkla i nici z ciężarem. Widzieliśmy w §. 19. iakim sposobem stolik tam opisany obraca się azymutalnie i odsuwa. W niektórych stolikach tablica może się szrubami w rozmaite strony odciągać, co zdaie się na pozór bardzo ułatwiać zgodzenie punktu stolika z punktem ziemskim. Takie iednak stoliki pospolicie nie maią dostateczney mocy i stałości (*solidité*), łatwo tracą położenie poziome. A to właśnie główną iest zaletą stolika, i nay więcey wpływa na dokładnosc wykreślanego planu. W planach mierniczych robionych na skalę $\frac{1}{2000}$, a tém bardziey na mnieyszą, niezgodzenie o kilka cali punktu ziemskiego z punktem stolika nic nie wpływa na dobroć roboty; bo kilka cali nie są widoczne na papierze. O kilka cali różnicy łatwo zgodzić, za pomocą nóg i odsuwania tablicy według sposobu opisanego w §. 19. punkt stolika z punktem ziemskim. Zresztą, kiedy potrzeba wymaga, znaiąc tę różnicę,

łatwo poprawić liniią celowaną sposobem wyłuszczonym w §. 41. Istotnie zaś się starać potrzeba o dobre upoziomowanie i zoryentowanie narzędzia.

Niekiedy komornicy zgadzaią nicią z ciężarem środek stolika odpowiedny śrubie YY (*fig.* 13) z punktem ziemskim. I tego sposobu można z korzyścią używać, ieżeli skala nie iest za nadto wielka, iaka się zwykła używać w zdeymowaniu planu małych budowli.

25. Można oryentować stolik za pomocą igły magnesowey wolnie obracaiącey się na ostrzu i zamknięte w puszce prostokątney pospolicie mosiężney. Narzędzie to zowie się u Francuzów (*déclinatoire*). Kiedy stolik iest w stanowisku X, postawmy na nim puszkę magnesową ABCD (*fig.* 18), obróćmy go tak azymutalnie, żeby końce igły odpowiedziały punktom naznaczonym literami N, S, i poprowadźmy na papierze pokrywaiącym upoziomowany stolik liniią około boku puszki AB. Po przeniesieniu stolika na punkt E i po upoziomowaniu iego, powinienem zgodzić tenże sam bok puszki AB z narysowaną na stoliku liniią. Kiedy tak obrócę azymutalnie stolik, że igła magnesowa odpowi punktom N i S, położenie stolika w E będzie zoryentowane względem położenia stolika w A.

Prędki ten sposób oryentowania stolika nie zawsze iest dokładnym; bo często dla sąsiedztwa żelaza zboczy igła magnesowa.

Artysta zwyczaynie tak urządza to narzędzie, że liniia AB dłuższego boku puszki iest równoległą do linii przechodzącey przez punkta N,S. Wtenczas można użyć puszki magnesowey do naznaczenia na stoliku linii południowey, wiedząc skąd inąd zboczenie południka magnetycznego od południka mieysca. W tym celu obracam tak stolik azymutalnie, żeby igła magnesowa zgodziła się z NS, i ciągnę ołówkiem lub grafionem liniią około boku puszki AB. Ta oznaczy mi

kierunek południka magnetycznego; do którego poprowadzę drugą liniią pod kątem równym zboczeniu południka magnetycznego.

Daleko pewniey wykreślimy liniią południową sposobem opisanym w §. 57.

26. Do prowadzenia liniy prostopadłych i do zdeymowania planu małych przestrzeni używa się *węgielnica* (équerre). Narzędzie to składa się ze dwóch prawideł ab, cd, złączonych pod kątem prostym (*fig.* 19), i maiących po końcach takie celowniki, iakie się zwyczaynie znayduią przy dyoptrze (*fig.* 14). Jeszcze są węgielnice w postaci koła metallowego, ze czterema celownikami przecinaiącemi się pod kątem prostym. Narzędzie ustawia się za pomocą podstawka ze trzema nogami, lub też z jedną nogą. Celowniki powinny bydź pionowe do powierzchni poziomey narzędzia.

Chcąc sprawdzić węgielnicę, potrzeba wykierować dwa celowniki ab na przedmiot lub kiy wbity pionowie w znaczney odległości w D, a drugie dwa cd na kiy E. Obróciwszy azymutalnie narzędzie na 90°, powinienem widzieć przez pierwsze dwa celowniki ab punkt E, a przez drugie dwa punkt D. To będzie dowodem, że obie liniie widzenia przechodzące przez celowniki przecinaią się pod kątem prostym. W przeciwnym razie potrzeba naprawić narzędzie.

Pospolicie węgielnice nie daią się dowolnie urządzać do kąta prostego; czego łatwo dokazalibyśmy, żeby można było ieden którykolwiek celownik kierować poziomie śrubą.

Chcąc poprowadzić za pomocą dobrey węgielnicy liniią prostopadłą w punkcie A do BE, należy ustawić narzędzie w A, i zgodzić iednę liniią widzenia przechodzącą przez dwa celowniki cd z BE, a przez drugie dwa celowniki ab patrzeć na osobę wbiiaiącą pionowie kiy przy D; i dopóty kazać odmieniać położenie kiia, póki on nie będzie na linii prostey z ab.

Wzaiemnie, chcąc spuścić prostopadłą z punktu danego D na liniią BE; trzeba ustawić dwa celowniki cd w kierunku linii BE, i dopóty posuwać się z węgielnicą, póki, patrząc przez drugie dwa celowniki ab, nie uyrzę punktu D. Wtenczas połączywszy punkt D z punktem A odpowiadaiącym środkowi węgielnicy, będę miał liniią DA prostopadłą do BE.

27. *Kątomierz* (graphometrum) (*graphomètre* ou *théodolite.*)

Używaiąc stolika z dyoptrą do zdeymowania kątów położeń, możemy ie oznaczyć z pewnością co do kilku minut; to wystarcza w zdeymowaniu planów małych przestrzeni, gdzie boki figur nie przechodzą pół wiorsty. Ale maiąc do czynienia z większemi odległościami, potrzeba znać wielkość kątów co do minut, a często i co do sekund. W tym razie używaią się kątomierze, które również służyć mogą i do zdeymowania mnieyszych przestrzeni. Rozmaity bywa skład tych narzędzi. Umieiętne ich użycie i sprawdzenie wymaga obszernieyszych wiadomości. Dla tego opiszemy tu tylko ogólnie skład kątomierza i sposób iego użycia; odsyłaiąc osoby życzące gruntowniey poznać to narzędzie do dzieła ieodezyi wyższey; gdzie umieściłem z naymnieyszemi szczegółami opis dwóch celnieyszych kątomierzy, iakiemi są: koło powtarzaiące *Bordy* i teodolit *Reichenbacha.* Nauczyciel poznawszy dobrze te narzędzia, łatwo wytłumaczy szczegóły użycia i sprawdzenie kątomierza, który zastanie w swoim gabinecie, i z którym przedsięweźmie zdjąć plan dla wprawy uczniów.

W kątomierzu tróynog i kolano bywaią podobnego składu iak w stoliku (*fig.* 13). Śruby kolana służą, tak iak i w stoliku, do upoziomowania narzędzia, i do obracania azymutalnego prędko i powoli. Na kolanie osadza się koło mosiężne ABCEFD (*fig.* 21), za pomocą czopa G. W obserwacyi kątów koło to powinno bydź poziome, o czém przekonywaią dwie libelle na niém osadzone, prostopadle iedna do drugiey. Okrąg koła zwyczaynie podzielony iest na sto-

pnie i półstopnie. We środku koła zewnętrznego ABCEFD iest drugie koło wewnętrzne niepodzielone, a na niém stoią koziołki ABab i FEfe zupełnie sobie równe, prostopadłe do powierzchni koła. Na wierzchu koziołków, pośrodku ab i fe, w wyrznięcia okrągłe wkłada się luneta LL′, za pomocą osi x y równoległey do powierzchni koła ABCEFD. Ta luneta LL′, zwana lunetą ruchomą, może dowolnie podnosić się i zniżać, obracaiąc się w czopach x i y. Oprócz tego, koło wewnętrzne wraz z koziołkami i lunetą obraca się za pomocą śruby D azymutalnie, przystaiąc zawsze szczelnie do koła zewnętrznego. Na kole wewnętrzném iest wyrznięta kréska, w kierunku osi optyczney lunety LL′, naznaczona zerem i maiąca przy sobie wernier. Wykierowawszy lunetę na ieden przedmiot, należy przeczytać podział koła zewnętrznego, któremu odpowiada kréska zero wyrznięta na kole wewnętrzném; potém zwróciwszy lunetę na inny przedmiot, trzeba znowu przeczytać podział koła zewnętrznego, któremu odpowiada zero koła wewnętrznego. Różnica daie kąt położenia przywiedziony do poziomu, maiący wierzchołek w mieyscu narzędzia, a ramionami obeymuiący dwa obserwowane przedmioty. W ognisku lunety iest mikrometr opisany na *fig.* 20.

Do lunety LL′ stale przymocowane iest półkole mnp podzielone na stopnie i półstopnie. Kiedy luneta iest poziomą, o czém przekonywamy się z wiszącey pod nią libelli Tt, wtenczas zero podziału półkola zgadza się z kréską wyrzniętą na podstawku ww′ przystaiącym szczelnie do półkola i maiącym wernier. Podnosząc lub zniżaiąc lunetę, widzimy ile kréska odcina stopni i drobnieyszych części na półkolu; co daie poznać kąt, na iaki podnieśliśmy lunetę nad poziom lub spuściliśmy pod poziom. Tak więc wykierowawszy lunetę na punkt iakiegokolwiek przedmiotu, i umieściwszy go na nici mikrometru przecinaiącey poprzecznie lunetę, blisko iey środka, kréska podstawka ww′ odetnie

na półkolu mnp kąt, na iaki obserwowany punkt przedmiotu podniesiony iest lub znižony pod poziom. Ten kąt zowie się *wysokością* (hauteur), kiedy punkt obserwowany leży nad poziomem; a nazywa się *zniżeniem* (dépression), kiedy on pada pod poziomem.

Chcąc użyć kątomierza, trzeba wbić troynog w ziemię, i śrubami kolana upoziomować koło ABCEFD. Lunetę ll′ osadzoną w kolanie, zwaną *nieruchomą*, należy zgodzić z jakimkolwiek punktem ziemskim, umieszczaiąc go na przecięciu nici mikrometru. W ciągu obserwacyi trzeba zawsze spóyrzeć, czy ten punkt nie zszedł z przecięcia nici mikrometru lunety nieruchomey. Bo to iest dowodem, że narzędzie nie zruszyło się z początkowego położenia. Następnie kieruie się luneta ruchoma LL′ na punkt przedmiotu A; ten umieszcza się na nici pionowey mikrometru blisko środka, i czyta się podział koła zewnętrznego ABCEFD, odcięty kréską wyrzniętą na kole wewnętrzném. Potém zwraca się luneta na punkt innego przedmiotu B, i znowu czyta się podział koła zewnętrznego. Różnica daie kąt położenia przywiedziony do poziomu.

Chcąc się przekonać czy kątomierz daie z pewnością wartość kątów położeń przywiedzionych do poziomu, potrzeba obrać na ziemi troykąt ABC, którego boki zawierałyby około wiorsty, i obserwować narzędziem wielkość kątów A, B, C. Jeżeli kątomierz iest dokładny, summa kątów A+B+C powinna bydź$=180^\circ$. W tey robocie należy każdy kąt obserwować razy kilkanaście, coraz zaczynaiąc od innych podziałów koła ABCDEF. Wszystkie obserwacye iednegoż kąta powinny nań dawać też same wartość.

Do mierzenia wysokości służy koło mnp. Jakiegokolwiek składu iest kątomierz z lunetą, zawsze używa się do wymiaru kątów położeń przywiedzionych do poziomu i wysokości. Stosownie do wielkości i dobroci narzędzia, można

oceniać na kole podzielonem, za pomocą werniera, kąty co do minut, a niekiedy i co do sekund.

28. Robią się kątomierze i z dyoptrami (*fig.* 22). Narzędzie to składa się z troynoga i kolana, podobnego składu iak w stoliku. Na kolanie osadza się koło mosiężne ABCD podzielone na stopnie i półstopnie. Zewnątrz iego iest drugie koło ściśle przystaiące do pierwszego, i opatrzone stałemi celownikami z nićmi Dd i Bb, takiemi iakie się używaią do dyoptry. Dyoptra z dwóma drugiemi celownikami ruchomemi Aa i Cc, przystaiącemi do okręgu koła zewnętrznego ABCD, obraca się w około na 360°. Płaszczyzny przechodzące przez nici Aa Cc i Dd Bb powinny bydź prostopadłe do powierzchni koła ABCD. Zero podziału koła ABCD odpowiada iednemu z celowników stałych Dd, a 180° odpowiada Bb.

Dla upoziomowania koła ABCD są we środku umieszczone dwie libelle do siebie prostopadłe. Czasem we środku m koła ABCD na ostrym sztyfcie osadzona iest igła magnesowa; za pomocą iey można ocenić nachylenie linii celowaney do południka magnetycznego.

W obserwacyi kątów położeń obraca się tak narzędzie azymutalnie, żeby ieden punkt obserwowany X zostawał w kierunku nici celowników stałych Dd Bb, a drugie dwa celowniki ruchome zwracaią się na inny punkt obserwowany Y. Kąt przebieżony na okręgu koła przez celowniki ruchome, iest równy obserwowanemu kątowi położenia przywiedzionemu do poziomu.

W kątomierzu z dyoptrą kąty położeń oceniaią się co do minuty, za pomocą werniera przystosowanego do zera wyrzniętego na iednym celowniku ruchomym. Celowanie przez nici, na przedmioty odległe, nie iest tak pewne iak lunetą, i morduie oko. Dla tego to narzędzie używa się tylko, tak iak stolik z dyoptrą, do zdeymowania planu małych przestrzeni.

29. *Bussola* (Boussole). Służy do zdeymowania prędko planów, a osobliwie do napełniania szczegółami powierzchni zdiętych za pomocą stolika, i do rozpoznawań woyskowych *(réconnaisances militaires)*.

Narzędzie to w ogólności składa się *(fig.* 23) z tablicy mosiężney kwadratowey lub prostokątney ABCD, na którey umieszczona iest igła magnesowa wolnie na ostrzu obracaiąca się. Ostrze wbite iest we środku x puszki okrągłey EFGH stale przytwierdzoney do tablicy. W wierzchu puszki iest koło podzielone na stopnie, a czasem i na półstopnie. Puszka okrągła przykryta iest taflą szklanną. Powierzchnia igły magnesowey odpowiada powierzchni koła podzielonego na części. Pośrodku AC i BD są dwa celowniki z nićmi Ll i Mm, prostopadłe do ABCD. Czasem zamiast tych celowników, stosuie się dyoptra z celownikami, albo luneta obracaiąca się wierzchołkowo, do boku tablicy AB lub CD.

Na dnie puszki naznaczona iest liniia południowa literami NS, równoległa do boku tablicy AB; ta liniia odpowiada końcem N podziałowi 0°, a końcem S 180°. Liniia EO wschodu i zachodu iest prostopadła do NS.

Całe narzędzie ustawia się za pomocą troynoga, tak iak stolik; i powinno śrubami nabierać wolny ruch poziomy i wierzchołkowy. Dla upoziomowania narzędzia, w podstawie okrągłey puszki umieszczaią się dwie libelle do siebie prostopadłe. Małe bussole ustawiaią się na iedney nodze; tak iak węgielnica.

Tu opisaliśmy narzędzie starannie wykonane; ale często zdarzy się widzieć bussole robione przez miernych artystów, niemaiące wielu wyliczonych własności.

Obserwuiąc kąt położenia, potrzeba upoziomować narzędzie. Następnie należy wykierować dyoptrę na ieden punkt obserwowany, i zapisać podział koła, któremu odpowiada igiełka magnesowa. Potém obróciwszy azymutalnie bussolę tak, żebyśmy przez dyoptrę zobaczyli drugi punkt obserwowany, i przeli-

czywszy podział koła któremu odpowiada igła magnesowa, z różnicy wyrachuiemy kąt położenia przywiedziony do poziomu.

Zdarzyć się może że ostrze, na którém się obraca igła magnesowa, nie iest wbite we środku koła podzielonego na części; wtenczas obserwowane kąty położeń będą błędne. W tym przypadku należy liczyć kąt położenia wskazany iednym i drugim końcem igły, i wziąść nań średnią wartość. Różnica wartości kąta położenia, wskazanych obydwóma końcami igły, właśnie dowodzi, że ostrze nie iest wbite we środku.

Gdy dobrze iest wbite ostrze, zawsze różnica podziałów, którym odpowiadaią oba końce igły, powinna wynosić 180°.

Używaiąc bussoli do wymiaru kątów położeń, strzedz się trzeba sąsiedztwa żelaza; bo przez to igła zboczy od południka magnetycznego, i obserwacye będą fałszywe.

W wymiarze kątów za pomocą bussoli można polegać co do 1°, a czasem i co do 30′. To wystarcza do zdeymowania małych planów; gdzie długości boków nie przechodzą dwóchset kroków. Często żądamy zdjąć plan prędko, nie z wielką ścisłością; w tym razie wybornie nam usłuży bussola. Dokładność tego narzędzia zawisła od dobrego podziału koła, i od czułości igły magnesowey.

30. *Sextans źwierciadłowy* (Sextant à réflexion).

Lubo w zwyczaynych pracach mierniczych używamy kątomierzy, stolika lub bussoli; gdy iednak w rospoznawaniach woyskowych (*réconnaissances militaires*), i w podróżach uczonych, do brania prędkiego kątów, służą narzędzia źwierciadłowe, my więc poczytuiemy za powinność opisać iedno z nayużywańszych, to iest: sextans źwierciadłowy.

Sextans źwierciadłowy (*fig. a. tab.* 5.) składa się z szóstey części okręgu koła podzieloney na 120 części równych, z których każda znaczy na okręgu

koła minut trzydzieści. Jeżeli łuk koła wystarcza, podział czasem się ciągnie za zero i 120 części. Każda część 30 minutowa podzielona iest na mnieysze cząstki; minuty zaś i sekundy mierzą się za pomocą werniera i szruby mikrometryczney zastosowaney do końca A prawidła CA. Prawidło to wolnie obraca się około punktu C, w którym przystosowane iest źwierciadło większe (*grand miroir*) MCM′, prostopadle do płaszczyzny sextansa. Części składaiące narzędzie pospolicie są mosiężne, a rączka za którą się trzyma drewniana.

Drugie źwierciadło mnieysze (*petit miroir*) przystosowane iest stale w NN′, także protsopadle do płaszczyzny sextansa. Pospolicie połowa iego dotykaiąca płaszczyzny narzędzia powleczona iest żywém srébrem (*étamée*), druga zaś zupełnie przeźroczysta. Na boku narzędzia M′O iest umieszczone kółko, do którego można wszrubować lunetę LL′, lub rurkę bez szkieł. Za pomocą szrubki luneta przybliża się lub oddala od płaszczyzny sextansa. Nareszcie w punktach K i H znayduią się szkła kolorowe.

Kiedy płaszczyzny dwóch źwierciadeł doskonale są od siebie równoległe, (*fig. b*), punkt A powinien odpowiadać 0°. 0′. 0″. Umieśćmy lunetę tak, żebyśmy w samym iey środku, po linii G′RL′L widzieli punkt G′ znacznie od lunety odległy. Przedmiot ten rzuci na źwierciadło większe MM′ promień GC, który odbiie się w kierunku CR. A że G′RL′L iest równoległą od GC, przeto kąt GCR=CRL′. Stąd promień GC odbiie się w kierunku RL′; a w lunecie zobaczymy złączone z sobą dwa obrazy punktu G′, ieden odbity a drugi wprost widziany. Oczywista iest rzecz, że nieodmieniaiąc równoległości źwierciadeł, ieżeli damy iakiekolwiek położenie narzędziu, zawsze obraz pewnego przedmiotu widzianego wprost w lunecie, złączy się z iego obrazem powstałym z podwóynego odbicia.

Poruszmy prawidło CA tak, żeby mu dadź położenie CB. Niech promień

pewnego punktu D padaiący na źwierciadło większe mm′ w kierunku DC, odbiie się w kierunku CR, a następnie w kierunku RL′L. Postrzeżemy w lunecie dwa punkta G′ i D razem złączone; pierwszy wprost widziany, a drugi przez podwóyne odbicie. Ponieważ kąt

$$RCA = GCM = x + \theta = RCB + BCA = RCB + a;$$

a kąt $$RCB = DCm = a + \theta.$$

Przeto: $$RCB + a = 2a + \theta = x + \theta.$$

$$x = 2a.$$

Widzimy, że kąt położenia zawarty między dwóma punktami GCD, iest dwa razy większy od kąta ACB, który przebiegło prawidło na brzegu sextansa. I dla tego to właśnie stopnie brzegu są podwaiane; i łuk od 60° odpowiada 120°, i t. p.

A prawidło ogólne na mierzenie kąta zawartego pomiędzy dwóma przedmiotami G i D iest następuiące. Umieścić ieden przedmiot G na środku lunety LL′, w którey on iest wprost widziany; następnie zaś tak poruszać prawidło ze źwierciadłem większém, ażeby obraz przedmiotu D, utworzony w lunecie przez podwóyne odbicie, złączył się doskonale z obrazem punktu G. W tym razie łuk wskazany na brzegu sextansa iest miarą kąta DCG.

Tym sposobem bardzo prędko zdeymuią się kąty położeń. Dla umieszczenia obrazu we środku lunety, są w lunecie dwie nici, równo od iey środka odległe.

Obserwuiąc sextansem wysokość nad poziom przedmiotu ziemskiego, potrzeba użyć tak nazwanego poziomu sztucznego (*horizon artificiel*). Jest to wanienka płaska lub talerz nalany żywém srébrem, na którym kładziemy taflę szklanną ze ścianami płaskiemi równoległemi, lub też źwierciadło płaskie. Poziom sztuczny robi się ieszcze z tafli szklanney gładkiey, pospolicie okłągłey, maiącey stronę dolną poczernioną, oprawney w metal i stoiącey na trzech nogach szru-

bowych. Równoważy się to narzędzie libellą z bulką (*niveau à bulle*), i służy do obserwacyi słońca.

(*fig. c*). Niechże OH wyraża poziom sztuczny, środek narzędzia niech przypada w C, a przedmiot w A. Wprost obaczymy przedmiot po linii AC, a w poziomie sztucznym po A′C. Ponieważ kąt ACA′ prawie iest równy podwóynemu kątowi AHO, bo kąt HAC śmiało może bydź zaniedbany, przeto mamy do obserwowania dwa punkta A i A′, pokazuiące się pod kątem ACA′, podwóynym od wysokości przedmiotu A. Wykierowawszy więc lunetę sextansa na punkt A′, a źwierciadło wielkie tak posunąwszy, żeby obraz przedmiotu A podwóynie odbity złączył się we środku lunety z obrazem punktu A′, oznaczę na brzegu sextansa podwóyny kąt AHO.

Sposób tu podany używa się w Astronomii do brania wysokości słońca, xiężyca i innych ciał niebieskich. Odległość zaś słońca od xiężyca, lub xiężyca od gwiazd, mierzy się według sposobu na początku wymienionego. Obserwuiąc słońce należy iego światło przyćmić szkłami kolorowémi umieszczonémi na boku narzędzia. Szkło zielone służy do zmnieyszenia światła gwiazd i xiężyca.

Na morzu używaią ciągle żeglarze sextansa do brania odległości gwiazd od xiężyca, xiężyca od słońca, i do mierzenia wysokości ciał niebieskich. Odległości biorą się zwyczaynie, iak opisaliśmy wyżey. Wysokości obserwuią się innym sposobem. Poziom morza zastępuie użycie poziomu sztucznego. Biorąc *np.* wysokość brzegu dolnego słońca, zwraca się luneta na poziom morza; a prawidło ze źwierciadłem większém tak się posuwa, żeby we środku lunety brzeg dolny słońca dotknął poziomu morza. Łuk odcięty na brzegu sextansa będzie wysokością brzegu dolnego słońca. Przewodniczyć powinna w tych trudnych obserwacyach zręczność oparta na długiém doświadczeniu.

Obserwuiąc kąty położeń zawarte między przedmiotami ziemskiemi, czasem lepiey zamiast lunety wszrubować rurkę bez szkieł, żeby nie wziąść iednego przedmiotu za drugi. Zetknięcie punktów nayświatleyszych dwóch przedmiotów powinno przypaść na środku rurki, odpowiadaiącym połowie źwierciadła mnieyszego.

Środek rurki lub lunety może rozmaicie leżeć względem połowy źwierciadła mnieyszego. Kiedy obserwuiemy słońce, wtenczas potrzeba oddalić szrubką środek lunety od środka źwierciadła, żeby zmnieyszyć iaskrawość słońca. Na ciała ziemskie naylepiey zgodzić środek lunety lub rurki ze środkiem źwierciadła mnieyszego.

Sposoby tu podane na mierzenie kątów położeń i wysokości wtenczas dadzą dobre wypadki w praktyce, kiedy 1*ód:* źwierciadło większe i mnieysze będzie prostopadłe do płaszczyzny sextansa. Powtóre: kiedy obie powierzchnie wielkiego źwierciadła będą doskonale płaskie. Potrzecie: kiedy za zgodzeniem prawidła z zerem powierzchnie źwierciadeł będą równoległe. Poczwarte: gdy oś optyczna lunety równoległą iest od płaszczyzny narzędzia. Z tych przyczyn sextans źwierciadłowy ulega wielu sprawdzeniom, które tu wymienimy.

Dwoiako można się przekonać o prostopadłości źwierciadła większego do płaszczyzny sextansa. Umieśćmy tak oko, żebyśmy w tém źwierciadle widzieli cząstkę brzegu narzędzia. Jeżeli obraz odbity tey części leży na iedneyże płaszczyźnie z częścią brzegu sextansa widzianą tuż przy źwierciadle, powierzchnia źwierciadła iest prostopadłą do powierzchni narzędzia. Kiedy zaś obraz odbity pokazuie się wyżey lub niżey od części wprost widzianey, powierzchnia źwierciadła iest nachyloną do powierzchni sextansa. Wtenczas trzeba dobrze urządzić źwierciadło, za pomocą szrub przytwierdzaiących ie do brzegu narzędzia.

Odbywa się ieszcze toż samo sprawdzenie za pomocą dwóch celowników (*viseurs*) a i b (*fig. d.*), maiących iednostayną wysokość, która dochodzi połowy wysokości większego źwierciadła. Na ten koniec potrzeba tak umieścić na brzegu narzędzia oba celowniki, żebyśmy patrząc na a stoiący tuż przy źwierciadle, uyrzeli przypadaiący nań obraz drugiego celownika b. Kiedy obie powierzchnie górne celowników zupełnie z sobą się zgadzaią, powierzchnia większego źwierciadła iest prostopadłą do płaszczyzny sextansa. W przeciwnym razie należy urządzić dokładnie szrubami źwierciadło większe.

Po odbyciu tego sprawdzenia przystępuiemy do wyprobowania prostopadłości powierzchni mnieyszego źwierciadła. W tym celu umieszczam we środku lunety punkt przedmiotu ziemskiego A, i tak poruszam prawidłem, żeby przez podwóyne odbicie wprowadzić punkt A do lunety. Jeżeli w przeprowadzaniu podwóynie odbitego obrazu punktu A, około punktu A wprost widzianego, te dwa punkta złączą się z sobą w pewney chwili, dowodem będzie: że powierzchnia źwierciadła mnieyszego była wtenczas równoległą do powierzchni źwierciadła większego; a zatém że powierzchnia źwierciadła mnieyszego iest prostopadłą do płaszczyzny narzędzia. W przeciwnym razie gdy dwa obrazy punktu A nie zgadzaią się z sobą, należy dopóty poprawiać szrubkami położenie źwierciadła mnieyszego, póki ono nie będzie prostopadłém.

Ważną iest rzeczą, żeby obie powierzchnie wielkiego źwierciadła były płaskie i równoległe; bo gdy promień światła pada na iego powierzchnią górną, i wszedłszy do massy szkła odbiia się od żywego srébra okrywaiącego powierzchnią dolną, kąt odbicia wtenczas tylko będzie równy kątowi wpadania, kiedy obie powierzchnie płaskie są równoległe. Również starać się potrzeba, żeby i powierzchnie szkieł kolorowych były doskonale płaskie i równoległe.

Tą pracą zatrudnić się powinien sam artysta, i ma w tym celu robić ze szkłami ściśłe doświadczenia.

Zgodziwszy prawidło z 0°. 0′. 0″. kiedy we środku lunety widzę punkt pewny A, wtenczas i obraz iego podwóynie odbity powinien się zgodzić z obrazem powstałym w lunecie z celowania wprost do przedmiotu. To iest dowodem że 0°. 0′. 0″, dobrze iest urządzone. Inaczey należy albo szrubkami nachylić źwierciadło mnieysze, żeby iego powierzchnia była równoległą do powierzchni źwierciadła większego, kiedy prawidło zgodzone iest z zerem; albo też można powoli poruszać szrubą samo prawidło nad 0°, lub pod 0° dopóty, póki się oba obrazy punktu A nie złączą. Kąt przebieżony na brzegu nazywa się *błędem kollimacyi* (erreur de collimation), i ze stosownym znakiem dorzuca się do kątów obserwowanych.

Artysta powinien się starać, żeby oś lunety była równoległą do powierzchni narzędzia; bo wtenczas tylko kąt mierzony na brzegu iest miarą kąta obserwowanego. A obserwator ma dawać baczność, żeby złączenie dwóch obrazów przypadało zawsze we środku lunety.

Przy takich sprawdzeniach i ostróżnościach spodziewać się powinniśmy dobrych wypadków. W ważnieyszych obserwacyach, zawsze sprawdza się narzędzie przed zaczęciem i po skończeniu roboty.

Obserwacye na ziemi i sprawdzenia narzędzia daleko są łatwieysze i pewnieysze aniżeli na morzu. Tam to zręczność, ostróżność i długie doświadczenie muszą przewodniczyć żeglarzowi, dochodzącemu położenia okrętu za pomocą obserwacyi ciał niebieskich odbywanych ze źwierciadłowym sextansem.

31. W miernictwie do mierzenia odległości mieysc używamy pospolicie sznurów, łańcuchów żelaznych i prętów drewnianych. W Litwie u komorników miarą naywiększą odległości iest sznur, zawieraiący 75 łokci. Dziesiąta

część sznura zowie się prętem, a dziesiąta część pręta pręcikiem. Łokieć zamyka dwie stopy litewskie. Stopa dzieli się na 12 cali, a cal na 12 liniy. Stopa litewska odpowiada stopie francuzkiey zwaney *pied du roi*.

Narzędzia miernicze służące do wymiaru odległości powinny mieć znaiomy stały stosunek z iednostką miar, iak u nas ze sznurem. Powtóre: nie powinny odmieniać swoiey długości z odmianą ciepła i wilgoci powietrza; a przynaymniey ta odmiana ma bydź nieznaczną.

Używaiąc sznurów konopnych, trzeba ie przez dni kilka wymoczyć w oleiu, a potém wysuszyć. Przez to one mniey odmieniaią swą długość z odmianą ciepła i wilgoci. Na końcach sznura zawiązuią się kółka. Wziąwszy tak przygotowany sznur konopny długi blisko 40 łokci, trzeba odmierzyć na nim łokci $37\frac{1}{2}$, czyli pół sznura, iednostki miary komorników, a resztę odciąć, lub ponawiązywać na sznurze tyle węzłów, żeby iego długość wynosiła $37^{l}\frac{1}{2}$. Używaiąc takiego sznura, zawsze przed wymiarem trzeba łokciem sprawdzić iego długość. Ta ieśli przewyższa $37^{l}\frac{1}{2}$, dla odmiany ciepła i wilgoci, trzeba zrobić na sznurze kilka węzłów, i doprowadzić iego długość do $37^{l}\frac{1}{2}$; ieżeli zaś nie dochodzi $37^{l}\frac{1}{2}$, to dawnieysze węzły trzeba stosownie odwiązać.

Łańcuch mierniczy żelazny (*fig.* 24) długi $37^{l}\frac{1}{2}$, składa się z części AB, CD.... drótu żelaznego grubego około ćwierci cala, połączonych kółkami żelaznemi lub mosiężnemi, i maiących długości po iednym pręciku. Na obu końcach łańcucha A i Z powinny bydź kółka tak wielkie, aby mogły przez nie przeyść kiie żelazem okute, których używamy do rozciągnienia łańcucha. Dla wymierzenia części mnieyszych od pręcika, trzeba mieć łokieć drewniany podzielony na cale.

Do ścisłego bardzo wymiaru odległości, można użyć prętów drewnianych

sosnowych lub iodłowych wygotowanych w oleiu. Tak przygotowane pręty nieodmieniaią długości dla odmiany ciepła i wilgoci w atmosferze.

Nie zawadzi tu namienić, że za granicą, osobliwie we Francyi, używaią do wymiaru odległości cérklów drewnianych, odometrów czyli pedometrów, stadii, chorismometra i innych narzędzi.

Cérkiel drewniany podobny iest ze składu cérklom zwyczaynym; nogi ma okute ostro żelazem. Ramiona iego podzielone są na części metra; a wprost można nim brać zwyczaynie dwa metry. Rozciągnąwszy sznur w kierunku linii prostey AB, mierzy się ta odległość cérklem, wyrażaiąc ią w podwóynych metrach. Część pozostała mnieysza od dwóch metrów mierzy się na ziemi liniią, i ocenia za pomocą ramion cérkla podzielonych na części metra.

Odometr v. *pedometr* (odomètre *v.* pédomètre *ou* compte pas), iest to koło ABCD, okute żelazem (*fig.* 26), maiące cyferblat abcd, które ciągnie się za pomocą rączki E do iego osi zastosowaney. Szczególny mechanizm zegarkowy tak iest urządzony w cyferblacie, i taki ma związek z ciągnieniem koła ABCD za pomocą rączki, że droga przebieżona kołem mierzy się poruszeniem skazówki na cyferblacie. Pospolicie trzy są skazówki. Jeżeli *np.* iedna wskazuie sznury, to druga pręty, a trzecia pręciki. Przeto naznaczywszy mieysce skazówek na początku i przy końcu drogi ubieżoney narzędziem, łatwo ocenimy iey wartość w miarach znanych.

Narzędzie to kosztowne i trudne do dokładnego wykonania, dobrze służy do mierzenia odległości dwóch punktów leżących na iedneyże płaszczyźnie. Lecz gdy droga między niemi zawarta iest rozmaicie wygięta, odległość szukana będzie fałszywa.

Stadia wynaleziona przez P. *Lostande* kapitana głównego sztabu francuzkiego, składa się z lunety i pręta podzielonego na części równe. Umieściwszy

lunetę w A, patrzy się na pręt wbity pionowie w B. A odległość wnosi się z liczby podziałów pręta objętych mikrometrem lunety, złożonym ze dwóch nici stałych poziomych i równoległych. Podobne temu narzędzie wynalazł sławny *Reichenbach* artysta w Münich.

Chorismometr (chorismomètre) wynalazku szefa szwadronu P. *Maissiat*, składa się także z lunety i pręta nie maiącego żadnych podziałów. Luneta umieszcza się w A, a pręt wbiia się pionowie w B. Następnie obeymuie się wysokość pręta mikrometrem lunety, którego iedna nić pozioma iest stała, a druga od niey równoległa ruchoma za pomocą śruby. Z odległości nici wskazaney na głowie śruby mikrometryczney, rachuie się długość linii AB.

W rozpoznawaniach woyskowych, często podstawy mierzą się krokiem, a niekiedy wnoszą się z biegu konia.

32. Opisawszy w §. 31. narzędzia pospolicie u nas używane do wymiaru odległości i inne zagraniczne, które często zdarzy się napotkać, ieszcze namienimy: że do rozciągania sznura lub łańcucha, i do wypinania go w kierunku linii prostey, potrzebne są dwa kiie trzyłokciowe, okute ostro żelazem, które zakładaią się za kołka A, Z, będące po końcach łańcucha lub sznura. Oprócz tego, potrzeba mieć dziesięć kołków (*fiches*) pół-łokciowych numerowanych, okutych żelazem, lub w niedostatku żelaza gładko ociosanych i zaostrzonych. Nadto do wybicia kierunku linii, używa się pewna liczba kiiów walcowych zwanych *pertykami* (jalons). Pertyki mnieysze maią od trzech - do czterech łokci długości, i okute są ostro żelazem. Pertyki większe maią do siedmiu łokci długości; w jednym końcu okute są ostrym żelazem, a w drugim iest chorągiewka, z białego i czarnego płótna. W niedostatku tego obwiia się ich wierzchołek słomą, chustką i t. p.

33. Chcąc wybić i wymierzyć na otwartém polu liniią AE (*fig.* 25);

zatknę pionowo pertyki w A i E; a w pośrodku tey odległości umieszczę pomocnika z trzecią pertyką C. Stanąwszy o krok od pertyki A, spoyrzę po pertyce A na pertyki E i C, i dopóty będę posuwał pomocnika w lewo i w prawo, póki pertyka C nie będzie w linii prostey z pertykami A i E. Podobnym sposobem każę wbić pertyki B i D, i tyle innych, wiele wymaga potrzeba. Odległość pertyk nie powinna przewyższać długości łańcucha. Tymże samym sposobem przedłużę liniią prostą AE.

Zamiast celowania gołém okiem, można użyć lunety wolney, lub będącey przy kątomierzu. Wtenczas pewniey wybiię kierunek linii prostey, którey końce bardzo są odległe.

34. Mierząc wytkniętą liniią AE, zatknę kiy za kółko łańcucha A (*fig.* 24), i przyłożę go ostrzem do punktu A (*fig.* 25); a pomocnikowi zalecę wyciągać łańcuch w kierunku AE. Pomocnik maiący dziesięć kołków pół-łokciowych numerowanych, wbiie w końcu rozciągnionego łańcucha a kołek. Wtenczas wyymę kiy z A, przyłożę go do mieysca a, i odbiorę wbity kołek 1; a pomocnikowi znowu każę rozciągać łańcuch od a do b, w kierunku linii prostey AE. Tym sposobem postępuie cały wymiar. Pomocnik wbiia porządkiem numerowany kołek w końcu rozciągnionego łańcucha, który potém wyymuię. Więc z liczby wyiętych kołków wniosę, ile razy rozciągaliśmy łańcuch. Kiedy wyymę kołków 10, oddam ie znowu pomocnikowi, a napiszę w reiestrze o wyięciu kołków 10; i t. p. Dochodząc do punktu E, łańcuch kładziony ostatni raz nayczęściey przeydzie punkt E. Wtenczas zapiszę, wiele oprócz wyciągniętych kołków w ostatnim razie iest prętów, pręcików i cali. Stąd łatwo wyrachuię długość linii AE.

O wytykaniu kierunku i mierzeniu długości liniy, których końce są niedo-

stępne, lub niewidziane, iuż to dla znaczney odległości, iuż to dla rozmaitych zawad, iakoto: domów, gór, lasów i t. p. powiemy w rozdziale czwartym.

ROZDZIAŁ III.

Teorya zdeymowania planów mierniczych za pomocą stolika, kątomierza, węgielnicy i bussoli.

35. Mówiliśmy we wstępie, że plan iakieykolwiek małey części powierzchni ziemskiey, iest figurą podobną karcie mierniczey naturalney, ale daleko od niey mnieyszą. Pospolicie żądamy umieścić na papierze główne punkta przedmiotów, iakoto: rogi domów, zakręty rzek, dróg, załomy lasów, gór, i t. p. Te punkta umieszczone na papierze połączywszy z sobą, i mieysca niemi zawarte napełniwszy rysunkiem znamienuiącym rozmaite przedmioty, wygotuiemy plan żądany.

Liniie łączące główne punkta stanowią wielokąty. W praktyce oznaczywszy pertykami wierzchołki iakiegokolwiek wielokąta, staramy się wykréślić na papierze figurę iemu podobną. Robota więc planów mierniczych przywodzi się do zdjęcia wielokąta; tego dokażemy za pomocą następuiących czterech sposobów.

Naprzód. Można poprowadzić iedną lub kilka liniy znaiomych z kierunku i długości, zwanych *kierownicami* (directrices), i mieysca obwodu daney do zdjęcia powierzchni oznaczyć, spuszczaiąc prostopadłe z tych punktów na kierownice, i mierząc współprzystawy prostokątne. Takiemi kierownicami na *fig.* 28

są AB, BC, AC; na *fig.* 29 AB, BD, CD, AC; na *fig.* 30 AB, BC, DC, AD; na *fig.* 27 kierownicą iest liniia Ae.

Powtóre (*fig.* 31). Wpiszę albo opiszę na daney przestrzeni iakikolwiek wielokąt ABCDE, obeymuiący swemi wierzchołkami punkta znacznieyszych załomów, zobserwuię wielkość iego kątów, i wymierzę długość boków. Nareszcie pospuszczam prostopadłe ze wszystkich małych załomów na boki wielokąta, i oznaczę ich długość. To maiąc łatwo wykréślę obwód zdeymowaney powierzchni.

Kiedy zdeymowana przestrzeń iest lasem, górą, obwodem domów, fortyfikacyy, i t. p., wtenczas opiszę ią wielokątem. Gdy zaś mam do czynienia na wyspie, lub polu otoczoném lasem, w pośrodku domów, fortyfikacyy, i t. p., wtedy wpiszę wielokąt.

Potrzecie. Gdy iedna liniia AB (*fig.* 33) iest dostępna i daie się wymierzyć, a z niey widać wiele punktów: w tym przypadku wymierzę liniią AB, i zobserwuię kąty, iakie czynią promienia widzenia prowadzone z końców linii AB, zwaney *podstawą* (base), do załomów przestrzeni. Z tych elementów wykréślę zdeymowany obwód.

Należy unikać bardzo ostrych i rozwartych kątów. Bo położenie punktu danego z przecięcia dwóch liniy tém iest pewnieysze, im kąt bardziey zbliża się do 90°; a tém wątpliwsze, im iest mnieyszy od 20°, albo większy od 160°.

W tym sposobie naylepiey iest, kiedy zdeymowany obwód składa się z liniy prostych. Bo gdy to będzie liniia krzywa rozmaicie wygięta, wtenczas wymierzą się znacznieysze załomy, a reszta odrysuie się z oka.

Poczwarte. Mogę obrać ieden punkt X (*fig.* 34), we środku figury wystawiaiącey załomy daney do zdjęcia przestrzeni, zobserwować wszystkie kąty zawarte między liniiami prowadzonemi z punktu X do punktów A, B, C, D, E....;

i wymierzyć samęż liniie XA, XB, XC.... Punkt X wypadnie czasem obrać w którymkolwiek załomie A, B, C, D.... (*fig.* 34 *bis*), albo na boku wielokąta (*fig.* 34 3tio), lub też zewnątrz iego obwodu.

Objaśnimy te ogólne prawidła szczególnemi przykładami, stosuiąc do ich rozwiązania węgielnicę, stolik, kątomierz i bussolę.

36. *Zastosowanie w praktyce pierwszego sposobu.*

(*fig.* 27.) Wielokąt ABCDEFGHK wystawia załomy pewney przestrzeni przystępney we środku. Z punktu *np.* A wytkniymy iednę kierownicę Ac, ze wszystkich załomów pospuszczaymy na nią prostopadłe, i wymierzmy każdego punktu B, C, D.... współprzystawy prostokątne Ab, Bb; Ac, Cc; Ad, Dd; i t. d. Następnie pociągniymy na papierze liniią odpowiadaiącą Ac, i wziąwszy ze skali wartość współprzystaw punktów B, C, D.... oznaczmy ich położenie. Figura stąd powstaiąca będzie właśnie planem mierniczym figury ziemskiey ABCDEFGHK. Do spuszczania prostopadłych można użyć którego kolwiek narzędzia wyżey opisanego, służącego do wymiaru kątów; ale nayprędzey to wykonamy węgielnicą. Naykorzystniey używa się to narzędzie do rozwiązywania zagadnień objętych sposobem pierwszym.

W zdeymowaniu większych placów można prowadzić kilka kierownic, i oznaczyć położenie wszystkich załomów, spuszczaiąc z nich prostopadłe na kierownice, i mierząc współprzystawy prostokątne. Z tych elementów odrysuiemy plan daney do zdjęcia powierzchni ziemskiey.

37. Kiedy plac dany do zdjęcia we środku iest nieprzystępny, *np.* gdy mamy odrysować obwód góry, lasu, budowli i t. p., wtenczas należy go opisać troykątem, prostokątem, trapezem, lub inną figurą. Boki opisanego wielokąta będą właśnie kierownicami. Spuszczaiąc na nie prostopadłe z załomów, i mierząc współprzystawy prostokątne, łatwo wykreślimy plan żądany.

(*fig*. 28). Tak *np*. z punktu A wytkniymy kierownicę AB, i wymierzmy współprzystawy prostokątne załomów Am, mn; Am′, m′n′.... Ad, de. Z tych elementów wykréślę na papierze załomy Ann′..... n″e. Potém poprowadzę drugą kierownicę BC, i oznaczę na ziemi pertyką punkt B przecięcia dwóch kierownic. Chcąc odrysować na papierze tę drugą kierownicę, należałoby wymierzyć Bd i kąt ABC. Kiedy używam węgielnicy i nie mam żadnego narzędzia do wymiaru kątów, wtenczas spuszczę z punktu e liniią ef prostopadłą do BC, i wymierzę Bd, Be, Bf, ef. Ponieważ umieściłem iuż na papierze liniią AB i punkt d, przeto z de, dB, eB, odrysuię troykąt edB, a z Be, Bf, ef, troykąt eBf. Tym sposobem oznaczę kąt B, i poznam kierunek linii BC. Następnie wymierzę współprzystawy prostokątne załomów xy, By; x′ y′, By′;.... x″y″, By″. Z tego wykréślę na papierze liniią exx′.... x″. Nakoniec wytknę kierownicę AC, i oznaczę pertyką punkt C. Odmierzywszy liniią y″C, umieszczę na papierze punkt C. Aże miałem na papierze punkt A, więc iuż mam i kierownicę AC. Z kolei wymierzę współprzystawy prostokątne załomów Cz, wz; Cz′, w′z′; i t. d. i dokończę rysunek figury.

Pospolicie mieysca głównych załomów umieszczaią się przez współprzystawy prostokątne, a małe zakręty rysuią się z oka.

Fig. 29 i *fig*. 30 stawią nam przykład zdeymowania planów mierniczych, opisuiąc dane powierzchnie prostokątem lub trapezem. Łatwo iest rozwiązać wszystkie podobnego rodzaiu zagadnienia.

W prowadzeniu kierownic starać się mamy: aby ich było naymniey, żeby zaymowały ile można naywięcey załomów, i żebyśmy mieli do wymiaru niewielkie współprzystawy prostokątne. W praktyce łatwo postrzedz można inne drobne uwagi i ostróżności, które wprawa w robotę i zdrowy rozsądek nastręczy.

38. Sposób znalezienia wartości kąta B na *fig.* 28, podaie nam zręczność namienienia, iak w prostych działaniach mierniczych, nie maiąc żadnego narzędzia do wymiaru kątów, oznaczyć ich wartość.

Pozwólmy (*fig.* 35), że ze stanowiska L żądamy zdjąć kąt ALB. Od punktu L wybiiam pertykami liniie proste AL i BL, i odcinam na nich dwie iakiekolwiek, a nayprościey równe odległości aL i bL, *np.* zawieraiące po 15 stop. Następnie mierzę liniią ab=*np.* 7 stopom. To maiąc, prowadzę na papierze liniią Lx, i na niey odcinam ze skali stop 15. Z punktu L zakreślam łuk promieniem 15 stop, a z punktu x przecinam go promieniem stop 7. Tym sposobem odrysuię na papierze troykąt xLy ∽ troykątowi aLb, w którym kąt xLy=aLb.

Sposób ten wiele zabieraiący czasu, nie może zapewne iść w porównanie z mierzeniem kątów za pomocą narzędzi; używa się iednak do wymiaru kątów, kiedy nie mamy żadnych kątomierzy, a zamyślamy zdjąć plan budowli, lub też małych włości. Ogólna zaś teorya zdeymowania planów (§. 35) zawsze iest taż sama.

Mierząc kąty wskazanym tu sposobem, należy się starać: żeby liniie mierzone aL, bL, ab, leżały na gruncie płaskim poziomym. Kiedy grunt iest nierówny, sznury lub pręty użyte do wymiaru długości liniy powinny bydź układane poziomo.

Maiąc kąt na papierze, można go wyznaczyć na ziemi wskazanym tu sposobem.

39. *Zastosowanie w praktyce drugiego sposobu:*

Załóżmy sobie zdjąć pewną przestrzeń przystępną ABCDE (*fig.* 32).

Na ten koniec wbiwszy w ziemię pionowie kołek w punkcie *np.* A, ustawię nad nim stolik, i cérklem krzywym z nicią z cieżarem (*fil à plomb*) prze-

niosę punkt ziemski A na stolik do a. Następnie wbiię delikatną igłę w a, libellą upoziomuię stolik, przyłożywszy dyoptrę do igiełki a wykieruię ią na pertykę wbitą *np.* w B, i ołówkiem, obok boku dyoptry, pociągnę liniią celowaną ab. Potém wymierzę długość linii AB, i wziąwszy iey odpowiadaiącą wartość ze skali, przeniosę na papier od a do b. Kiedy pomiędzy punktami A i B ciągnie się liniia krzywa, którey znacznieysze załomy są z′, x′, y′, wtenczas na gruncie pospuszczam pionowe z′z, y′y, x′x, na AB, wymierzę Ax, xy, yz, xx′, yy′, zz′, i przeniosę na papier te współprzystawy prostokątne wzięte ze skali. Liniia ax′y′z′b odpowi linii Ax′y′z′B. Gdy liczba załomów iest znaczna, *np.* w przenoszeniu na papier rzeki, wtenczas znacznieysze załomy wymierzone przez współprzystawy prostokątne przenoszą się na papier, a inne rysuią się z oka. Z ważnieyszych punktów spuszczaią się prostopadłe węgielnicą, a z mniey ważnych prowadzą się z oka.

Wbiwszy pertykę w A przeydę ze stolikiem do B, i zgodzę za pomocą cérkla z nicią z ciężarem punkt b z punktem B. Upoziomowawszy stolik, przyłożę dyoptrę do linii ab, i tak obrócę go azymutalnie, abym postrzegł pertykę wbitą w A. Tym sposobem zoryentowawszy stolik, wbiię igiełkę w b. Z kolei będę celował dyoptrą do pertyki wbitey w C, i pociągnę ołówkiem liniią celowaną bc. Wymierzywszy BC, odetnę ią na stoliku od b do c.

Podobnymże sposobem przeydę od punktu B do punktów C, D, E, zawsze sprawdzaiąc naystaranniey położenie stolika, i załomy krzywych boków zdeymuiąc za pomocą współprzystaw prostokątnych, lub z oka, tak iakem tego dokazał na linii Ax′y′z′B.

Znakiem iest dobrze odbytego wymiaru, kiedy przyszedłszy do punktu E, upoziomowawszy i zoryentowawszy stolik, po linii eb obaczę punkt B, a po linii ea uyrzę punkt A.

Sposób tu opisany zdeymowania planów nazywaią Francuzi *sposobem obchodzenia* (méthode de cheminement).

40. Kiedy nie ma załomów, i gdy liniie AB, BC, CD, DE, same ograniczaią zdeymowaną przestrzeń, wtenczas można zdiąć iey plan daleko prędzey, bez mierzenia boków BC, CD, DE, znaiąc tylko długość podstawy AB.

Zdiąwszy liniią AB i zoryentowawszy stolik w B, celuymy po linii bc do punktu C. Nie mierząc BC przenieśmy stolik do C, i urządziwszy go dobrze w tym ostatnim punkcie, celuymy po linii bc do punktu B, obracaiąc dopóty azymutalnie narzędzie, póki nie uyrzemy punktu B. Zoryentowany stolik przytwierdźmy śrubą; wbiwszy igłę w a przyłożmy do niey dyoptrę, i tak obracaymy iey drugi koniec, żebyśmy po linii ac zobaczyli punkt A. Pociągnąwszy ołówkiem liniią ac, przetniemy bc w punkcie c; a oznaczona liniia bc tém lepiey odpowi linii BC, im kąt BCA bardziey się przybliża do kąta prostego.

Następnie zgodziwszy nicią z cieżarem punkt c z kołkiem C, upoziomowawszy i zoryentowawszy dobrze stolik, wykieruię dyoptrę do punktu D, i pociągnę ołówkiem liniią nieograniczoną cd. Potém przeniosę stolik na punkt D, ustawię, zrównoważę i zoryentuię narzędzie, stosownie do zdiętych punktów, i wbiię igłę w a. Celuiąc dyoptrą opartą w a do punktu A, tak żebym po da widział punkt A, i ciągnąc ołówkiem też liniią ad, odetnę liniią dc odpowiadaiącą DC. Tymże samym sposobem postąpię w oznaczaniu innych punktów.

Sposób ten zowią Francuzi *sposobem odcinania* (méthode de recoupement); w nim poświęca się cokolwiek ze ścisłości jeometryczney, i nie otrzymuią się tak dokładne wypadki iak w poprzedzaiącym §. 39.

41. Żeby okazać na szczególnym przykładzie, kiedy punkt stolika należy ściśle zgadzać z punktem ziemskim, a kiedy niezgodzenie o kilka cali można zaniedbać, rozwiążemy za pomocą sposobu odcinania następuiące zagadnienie.

Maiąc dwa punkta A i B (*fig.* 36), których odległość iest znana, a z których tylko na punkcie A można ustawić stolik, oznaczyć na papierze trzeci punkt ziemski leżący około C.

Na ten koniec ustawiam stolik w A, upoziomowawszy go celuię do punktu B, i odcinam wziętą ze skali liniią Ab odpowiadaiącą odległości AB. Potém celuię do punktu C, i prowadzę nieograniczoną liniią AC. Następnie przenoszę stolik na mieysce C, oryentuię go, poziomuię i przykładam dyoptrę do igiełki b, obracaiąc iey drugi koniec tak, żebym uyrzał punkt B po linii BbC. Tym sposobem odcięty na stoliku punkt C przenoszę za pomocą cérkla krzywego z nicią z ciężarem na ziemię. Przez to oznaczę na ziemi punkt C odpowiadaiący punktowi C na stoliku. Troykąt aCb będzie podobny troykątowi ACB.

Ale gdyby punkt C był dany uprzednio na ziemi, i potrzeba było oznaczyć iego mieysce iak nayściśley na papierze, wtenczas rozwiązałoby się cokolwiek inaczey podane zagadnienie.

Ustawiwszy stolik nad danym punktem ziemskim C (*fig.* 37), zoryentowawszy narzędzie i upoziomowawszy, należy punkt ziemski C przenieść na papier do punktu *np.* C′. Przyłożywszy dyoptrę do igiełki wbitey w C′ wykieruię ią do B, i pociągnę ołówkiem liniią C′b′B. Przez to oznaczę kąt aC′b′ równy kątowi ACB. Poprowadziwszy więc z punktu b liniią bC równoległą do b′C′, wykréślę troykąt abC na stoliku podobny troykątowi ziemskiemu ABC. Bo podstawa ab wzięta ze skali odpowiada odległości AB, kąty zaś a i C obserwowane równe są odpowiednym kątom położeń A i C.

Do oznaczenia kąta aC′b′ można użyć papieru przeźroczystego, kiedy nie chcemy smarować papieru przykleionego do stolika, ciągnąc ołówkiem liniią C′b′.

Obaczmy teraz kiedy można to drugie zagadnienie rozwiązać pierwszym sposobem, a razem przekonaymy się: w jakiém zdarzeniu punkt *np.* C stolika, niezgodzony z punktem ziemskim C o kilka cali, żadney w zdjętym planie nie sprawi omyłki.

Ustawiaiąc stolik w C i zgadzaiąc środek stolika z tym punktem ziemskim, błąd naywiększy, iaki możemy popełnić w położeniu punktu C na stoliku, będzie równy połowie przekątney stolika, pospolicie wynoszącey 15 cali. Bo zawsze możemy nicią z ciężarem zgodzić punkt ziemski C ze środkiem stolika. Kiedy skala iest *np.* $\frac{1}{2000}$, wtenczas chybimy w umieszczaniu punktu C na stoliku o $\frac{15}{2000} = \frac{7}{1000}$, ilość nieznaczną na papierze. Używaiąc zaś skali $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$ i t. p., iaka się bierze w zdeymowaniu planu budowli, fortyfikacyy i t. d. błąd ten dałby się czuć; ale go łatwo zniszczymy sposobem drugim tu podanym. Przeto sama wielkość skali ostrzeże, kiedy niezgodzenie o kilka lub kilkanaście cali punktu ziemskiego z punktem stolika można zaniedbać, a kiedy na nie wzgląd dawać powinniśmy.

42. *Zastosowanie w praktyce trzeciego sposobu.*

Trzeci sposób zdeymowania planów mierniczych, zwany *sposobem przecięć* (méthode d'intersection), iest następuiący.

Niech na linii AE opiera się pewny plac ABCDEF (*fig.* 33). Końce linii AE są przystępne, długość iey można wymierzyć, i z punktów A i E widać punkta B, C, F, D. Ustawmy i zrównoważmy stolik w A, i przenieśmy punkt A na papier do a. Wykieruymy dyoptrę do pertyki wbitey w E, pociągniymy ołówkiem liniią celowaną, i na niey odetniymy ae odpowiadaiące linii wymierzoney AE. Następnie celuymy dyoptrą do punktów B, C, F, i pociągniymy ołówkiem na papierze nieograniczone linie ab, ac, af. Przeniosłszy stolik do stanowiska E, ustawiwszy należycie i zoryentowawszy narzędzie do linii EA,

kiedy zgodzę punkt E z e, i dyoptrę wykieruię do pertyk wbitych w punktach B, C, F, liniie poprowadzone ołówkiem eb, ec, ef, przetną pierwsze liniie w punktach b, c, f, i dadzą figurę abcfe podobną figurze ziemskiey ABCFE.

Punkt D leżący prawie na kierunku linii AE, pewniey oznaczymy biorąc za podstawę ef; bo opieraiąc go na podstawie ae, mielibyśmy w troykącie dae ieden kąt a bardzo ostry, a drugi e bardzo rozwarty. A właśnie teorya i praktyka radzi nam unikać, w zdeymowaniu planów mierniczych, troykątów bardzo ostrokątnych i rozwartokątnych.

43. Pospolicie nazywamy *podstawą* (base) liniią AE, z którey zdeymuiemy sposobem przecięć pewną liczbę punktów B, C, F...., złączonych z nią przez obserwacyą kątów siatką troykątów AEB, AEC, AEF i t. d. Maiąc do zdjęcia wielką liczbę punktów, często wypada użyć kilku i więcey podstaw. Przechodząc od iedney podstawy do drugiey, trzeba złączyć następną podstawę z poprzedzaiącą robotą za pomocą pewney liczby troykątów. Objaśni to nam przykład Roz. 4. §. 54.

Za podstawę należy obierać odległość dwóch punktów leżącą na płaszczyźnie poziomey; nadto iedna z dobrze znaiomych zdjętych odległości może wybornie służyć za podstawę następuiącą. Starać się zawsze potrzeba o taką podstawę, żebyśmy z niey widzieli ile można naywięcey stanowisk, i żeby troykąty na niey oparte nie zawierały bardzo ostrych i rozwartych kątów. Rozmaite położenia zdeymowanych mieysc nastręczą w tym względzie wiele szczególnych uwag. Praktyka oparta na uwagach teorycznych wyłożonych w tym rozdziale i następuiącym, iedynym w tey mierze będzie przewodnikiem.

44. Sposób czwarty §. 35 używa się w szczególnych przypadkach, gdzie inne trzy sposoby nie mogą bydź zastosowane (*fig.* 34). Stawiąc *np.* stolik w punkcie X zdeymiemy, wiadomym sposobem, pewną liczbę kątów AXB, BXC,

CXD....; przy tém potrzeba wymierzyć odległości AX, BX, CX.... Punkt X, stosownie do położenia mieysca, obiera się we środku figury, na boku lub w rogu wielokąta, albo też zewnątrz iego obwodu. Wyrysowawszy zdjęty wielokąt, trzeba wziąść ze skali wielkość któregokolwiek boku AB, i przekonać się: czy bok ten wymierzony ma też samą wartość. To iest probą dobrze odbytego działania.

Sposobem czwartym prędko zdeymiemy plan mierniczy, kiedy, maiąc stadią lub chorismometr, ocenimy z punktu X odległości AX, BX, CX....

Obieraiąc (*fig.* 34 *bis*) punkt X w rogu wielokąta A, można 1*ód* obserwować kąty BAC, CAD, DAE, i wymierzyć boki AB, AC, AD, AE. 2*re*. Wypadnie obserwować kąty BAC, CAD, DAE, i wymierzyć boki AB, BC, CD, DE. 3*cie*: Można nieobserwować kątów, i tylko wymierzyć boki AB, BC, AC, CD, DA, ED, AE. Podobnež odmiany zdeymowania wielokąta ABCDE stosuią się do *fig.* 34 i do *fig.* 34 3*tio*. Użycie tych trzech odmian zależy od położenia mieysca; bo raz daią się mierzyć kąty, kiedy stanowiska obserwowane są widziane z punktu gdzie stoi narzędzie, drugi raz nie widzimy tych stanowisk. Również raz możemy mierzyć iedne, drugi raz drugie odległości. Łatwo postrzegamy, że sposób czwarty zasięga czasem pomocy sposobu obchodzenia.

45. Zagadnienia rozwiązywane w wyższych §§. za pomocą stolika, śmiało można zastąpić kątomierzem. Porządek odbywania roboty iest tenże sam; wymierzymy odległości, a kąty zobserwuiemy kątomierzem. W sexternie zapiszemy wielkość mierzonych boków i kątów, a dla pamięci na polu rysować będziemy na brudno położenie zdeymowanych mieysc, używaiąc cérkla, linii, skali i przenośnika. Następnie, ze znaiomey wielkości boków i kątów, odrysuiemy starannie na czysto całą figurę.

46. Zastosuymy ieszcze bussolę do zdjęcia *np.* sześciokąta ABCDEF sposobem obchodzenia (*fig.* 38).

Umieśćmy narzędzie w A, upoziomuymy i zgodźmy ie nicią z ciężarem z kołkiem wbitym w A. Obróciwszy bussolę tak azymutalnie, żebyśmy patrząc przez dyoptrę zobaczyli z punktu A pertykę wbitą pionowie w B, oznaczymy na kole podzieloném kąt XAB, iaki czyni liniia AB z południkiem magnetycznym XY. Wymierzmy AB, i w sexternie zapiszmy kierunek tey linii i oznaczmy iey długość. Z kolei przenieśmy się na punkt B, i obserwuymy kąt XBC; nadto zanotuymy w sexternie kierunek i długość linii BC. Tym sposobem postępuymy przechodząc przez punkta C, D, E, F, mierząc długość boków CD, DE, EF, FA, i obserwuiąc kąty XCD, XDE, XEF, XFA. Z obserwowanych kątów łatwo wyrachuiemy kąty wielokąta A, B, C, D, E, F; które razem wzięte powinny ważyć tyle kątów prostych, ile iest boków wielokąta podwoionych mniey cztery. To właśnie iest proba dobrey obserwacyi kątów.

Dla przekonania się o dokładności zdjętego planu, należy wykreślić wielokąt abcdef, stosownie do długości boków wziętych ze skali, i wielkości kątów A, B, C, D, E, F, branych przenośnikiem.

Pośpieszymy wymienioną robotę następuiącym sposobem. Zobserwowawszy kąt XAB, opuśćmy stanowisko B, i tylko obserwuymy kąt XCB. Znaydziemy kąt $XBC = 180^{\circ} - XCB$ i t. p. Skrócenie to zasadza się na równoległości południków magnetycznych wziętych blizko siebie.

Sposób tu podany na zdjęcie obwodu sześciokąta, z łatwością zastosuiemy do oznaczenia zakrętów rzek, iezior, dróg, nachyleń rogów budynków i t. p.; w czém użycie stolika wiele zabiera czasu. Odbywaiąc takie wymiary, potrzeba całą robotę ciągle z naymnieyszemi szczegółami rysować ołówkiem i zapisywać w sexternie. Zwyczaynie mnieysze zakręty i drobnieysze szczegóły rysuią się

z oka. Rysunek ołówkowy należy każdego dnia naprowadzić tuszem, żeby się nie zatarł.

Ponieważ bussolą można mierzyć kąty położeń przywiedzione do poziomu, przeto łatwo ią zastosuiemy, tak iak kątomierz, do rozwiązania zagadnień obiętych w sposobie trzecim i czwartym.

47. Południki magnetyczne, brane w niewielkich odległościach, prawie są od siebie równoległe. Na mocy tey własności, łatwo użyiemy bussoli do prowadzenia liniy równoległych i prostopadłych, a zatém i do rozwiązania zadań sposobu pierwszego.

Chcąc *np.* z punktu C (*fig.* 39) poprowadzić równoległą do AB, trzeba bussolę ustawić na linii AB *np.* w B, i celuiąc dyoptrą od B do A, naznaczyć kąt linii celowaney z południkiem magnetycznym. Następnie przeniosłszy się na punkt C, trzeba ustawić i upoziomować bussolę; i dopóty obracać ią śrubą azymutalnie, póki liniia celowana dyoptrą nie uczyni tegoż samego kąta z południkiem magnetycznym, iaki czyniła w B. Wtenczas liniia wytknięta po linii celowaney dyoptrą będzie równoległą od AB.

Chcąc z punktu C spuścić prostopadłą na AB, trzeba zapisać kąt m, iaki czyni liniia celowana dyoptrą bussoli ustawioney na linii AB, w punkcie *np.* B, z południkiem magnetycznym. Potém ustawiwszy dobrze bussolę w C, należy dopóty obracać ią azymutalnie, póki liniia celowana dyoptrą nie uczyni z południkiem magnetycznym kąta $m+90^{\circ}$. Wtenczas wytknięta liniia CX celowana dyoptrą, będzie prostopadłą do AB. Podobnymże sposobem łatwo wyprowadzimy prostopadłą CX do AB, z punktu X obranego na linii AB.

48. Wyłożywszy całą teoryą zdeymowania planów mierniczych, zróbmy nad nią ogólne uwagi, stosuiące się do użycia narzędzi i do czterech wymienionych sposobów.

W zdeymowaniu planów mierniczych raz chcemy zdjąć plan z wielką dokładnością, drugi raz żądamy go odrysować prędko przez przybliżenie. W pierwszym przypadku, zdeymuiąc zwłaszcza odległe punkta, naystosowniey użyć dobrego kątomierza. Zdeymuiąc punkta, których odległość nie przechodzi pół wiorsty, śmiało użyiemy stolika i dyoptry, osobliwie z lunetą. W obu przypadkach trzeba mierzyć starannie odległości dobrym łańcuchem, rozciągaiąc go poziomie.

Wnętrza małych budowli, fortyfikacyy, zakręty rzek, załomy boków i małe odosobnione przestrzenie, zdeymuią się węgielnicą, rysuiąc z oka drobne zakręty. Bussola służy do prędkiego zdeymowania planów i do rozpoznawań woyskowych. Wybornie ią oznaczymy garby gór, kształty dolin, początki i końce spadzistości i t. p. W zdeymowaniu planów bussolą unikać należy odległości większych od pół-wiorsty. Odległości mierzą się łańcuchem; a na mieyscach płaskich mogą bydź mierzone cérklem drewnianym. Stosownie do krótkości czasu i stopnia przybliżenia, którego chcemy dosięgnąć, wymierzymy odległości pedometrem, a niekiedy i krokiem.

Przez współprzystawy prostokątne zdeymuiemy zakręty rzek, załomy boków i małe odosobnione przestrzenie. Sposobu obchodzenia używamy do zdjęcia obwodu budowli, fortyfikacyy, gór, lasów, dróg. i t. p. Za pomocą przecięć rysuiemy mieysca leżące na otwartém polu. Ten sposób bardzo często używa się w miernictwie, dla dokładności i szybkości roboty. Unikać tu trzeba bardzo ostrych i rozwartych kątów. Sposób czwarty zwyczaynie tam służy, gdzie inne trzy nie mogą bydź zastosowane.

Zdeymuiąc plan wsi, okolic i innych większych przestrzeni, wypadnie łączyć wszystkie cztery sposoby, i użyć kątomierza, bussoli, stolika i węgiel-

nicy. Położenie mieysca, praktyka i zdrowy rozsądek nauczą nas, którego z wymienionych sposobów gdzie i korzystniey użyiemy.

ROZDZIAŁ IV.

Kilka ważnieyszych zagadnień mierniczych.

---

49. Dla lepszego objaśnienia teoryi zdeymowania planów mierniczych, poświęcamy ten rozdział ważnieyszym zagadnieniom, które częściey przytrafiaią się w praktyce; i na szczególnych położeniach mieysc okażą zastosowanie wyższych czterech sposobów.

A naprzód opowiemy sposoby wytknięcia linii prostey przerywaney rozmaitemi zawadami.

Zagadnienie 1*sze.* Z punktu A (*fig.* 40) wytkniymy liniią prostą AB, przerwaną zawadą x, która może bydź domem, górą, lasem, wodą i t. p.

Jeżeli z punktu A widzę B, powinienem wybić liniią prostą Am w kierunku AB, aż do samey zawady zakrywaiącey punkt B. Potém wyniosę prostopadłą mn do Am, tak długą, żeby prostopadła no do mn minęła zawadę x. Z punktu o spuściwszy prostopadłą op do no, i odciąwszy op=mn, oznaczę punkt p leżący na kierunku AB. Pozostanie więc wytknąć liniią pB.

Powtóre. Kiedy położenie mieysca nie dozwala użyć prostopadłych, potrzeba z punktu m obeyść zawadę x (*fig.* 41), ile można nayprostszym wielokątem mnopq. Pociągnąwszy liniią Am na papierze, należy od punktu m wy-

kréślić zdjęty wielokąt, i ostatni ieszcze nieograniczony bok pq dociągnąć do kierunku linii Am. Wziąwszy iego wartość na papierze ze skali, i odciąwszy na ziemi od p do q, oznaczę punkt q leżący na kierunku AB. Pozostanie więc wybić liniią qB.

Potrzecie. (*fig.* 42). Kiedy nie widzimy punktu B z A, *np.* dla rozciągaiącego się między niemi lasu, wtenczas na ziemi trzeba od punktu A do B przyyść ile można nayprostszym wielokątem AmnopB, zdeymuiąc go sposobem obchodzenia. Wykréśliwszy ten wielokąt na papierze, należy ocenić przenośnikiem wielkość kątów mAB i pBA. Znaiąc te kąty, i maiąc wytknięte na ziemi liniie Am i pB, łatwo wybiie liniią AB.

50. *Zagadnienie* 2. Wytknąć liniią prostą (*fig.* 43) pomiędzy dwóma punktami R i P nieprzystępnemi, leżącemi w otwartém polu.

Wbiymy iednę pertykę w J a drugą w J', tak żeby dość długa liniia JJ' padała na punkt R, i leżała ile można nayblizey linii RP. Potém wyiąwszy pertykę z J wbiymy ią w i, tak żebyśmy po linii J'i uyrzeli punkt P. Wyiąwszy pertykę z J' wbiymy ią w i', tak żebyśmy obaczyli punkt R celuiąc po linii iR. Podobnymże sposobem dopóty postępuymy, póki patrząc *np.* z pertyki i po pertyce i' nie uyrzemy punktu R, i celuiąc z pertyki i' po pertyce i nie zobaczymy punktu P. Liniia prosta wybita w kierunku dwóch pertyk trafi na punkta R i P.

Może się zdarzyć nayogólniey (*fig.* 42), że musimy wybić liniią prostą łączącą dwa punkta A i B przedzielone *np.* lasem i nieprzystępne; w tym razie trzeba iakimkolwiek sposobem zdjąć nayprostszy wielokąt AmnopB, i wykréślić go na papierze. Potém należy na papierze z którychkolwiek dwóch punktów *np.* o, p, poprowadzić dwie liniie oo' i pp' na AB, wymierzyć przenośnikiem kąty poo' i opp', i wziąść ze skali długość liniy oo' i pp'. To maiąc

łatwo oznaczę na ziemi dwa punkta o′ p′ leżące w kierunku linii AB; liniia wytknięta w kierunku o′p′ przeydzie przez stanowiska A i B.

Umieiący jeometryą, kiedy poymie dobrze oba tu przytoczone zagadnienia, łatwo sobie doradzi w każdym przypadku, i dobierze nayprostsze wykréślenie.

51. *Zagadnienie* 3. Z punktu dostępnego C (*fig*. 44) poprowadzić liniią równoległą i prostopadłą do linii AB, zawartey między dwóma niedostępnemi stanowiskami A i B.

Wymierzmy kąt ACB, i poszukaymy takiego punktu X, żeby kąt ACB był równy kątowi AXB. W tym celu potrzeba wytknąć nieograniczoną liniią BX lub AX, i dopóty po niey posuwać się z narzędziem, póki nie będzie ACB=AXB. Punkta A, B, C, X, leżą na okręgu koła. Wymierzywszy kąt AXC=ABC, kiedy z punktu X oznaczę kąt XCD=AXC, i wybiię liniią DCE, ta ostatnia będzie równoległą od AB. A z punktu C poprowadzona węgielnicą liniia Cy prostopadła do ED, będzie tém samém prostopadłą do AB.

Uwaga. Na rozwiązanie zagadnienia 1*go*. 2*go* i 3*go* w rozmaitych przypadkach, znayduiemy mnóstwo sposobów w dziełach poświęconych wyłącznie praktyce miernictwa. Tu wymieniliśmy pewne i nayprostsze prawidła.

52. Maiąc na stoliku umieszczone trzy punkta ziemskie A, B, C, (*fig*. 45) w położeniu a, b, c, oznaczyć mieysce czwartego punktu D.

Pokryymy stolik papierem przeźroczystym, gładko naciągniętym. Stanąwszy w D przenieśmy ten punkt na papier do d; wbiwszy igiełkę w d tak obracaymy koło niey dyoptrę, żebyśmy po linii ad obaczyli z punktu D pertykę umieszczoną w A, po linii db żebyśmy postrzegli punkt D, a po linii dc punkt C. Te trzy liniie ad, db, dc, lekko pociągnione ołówkiem, tworzą kąt adb=ADB, bdc=BDC, i adc=ADC. Odiąwszy od stolika papier przeźroczysty napniymy go mocno, żeby się nie marszczył, i przyłożmy go tak do pa-

pieru przyklejonego na stoliku, żeby punkta wprzódy oznaczone a, b, c, leżały odpowiednie na liniiach ab, bd, cd; wtenczas przekłówszy lekko papier przeźroczysty w d, zrobimy na papierze białym pokrywaiącym stolik ślad d odpowiadaiący punktowi D. Dla pewności można sprawdzić położenie punktu d z położenia innych punktów umieszczonych na stoliku.

Zagadnienie to szczególniey służy wtenczas, kiedy dla lasu, góry, lub inney zawady, nie widzimy punktu D ze stanowisk A, B, C; a zaś z D możemy postrzedz pertyki wbite w A, B, C.

Na rozwiązanie tego zagadnienia znayduie się mnóstwo wykréśleń w dziełach poświęconych miernictwu. Sposób tu przytoczony wybornie zastępuie wykréślenia, i służy na położenie punktu D zewnątrz lub wewnątrz troykąta ABC, lub gdy punkt D leży na przedłużeniu któregokolwiek boku AB, BC, AC.

Dowód przytoczonego tu sposobu iest następuiący. Kąt obserwowany ADB z cięciwą AB służy do oznaczenia okręgu koła przechodzącego przez punkta A, B, D. Również kąt obserwowany BDC i cięciwa BC daią poznać okrąg koła przechodzący przez punkta B, C, D. Punkt D oczywiście leży na przecięciu dwóch okręgów kół przechodzących przez A, B, D i B, C, D. Oznaczamy właśnie to przecięcie, zgadzaiąc ramiona obserwowanych kątów z punktami A, B, C.

Powtóre. Maiąc dwa punkta ziemskie A i B umieszczone na stoliku w a i b; znaleźć położenie trzeciego punktu d, któryby odpowiedział punktowi ziemskiemu D.

W tym celu potrzeba igłą magnesową (*déclinatoire*) znaleźc nachylenie linii AB do południka magnetycznego. To wiedząc, za pomocą teyże igły magnesowey ustawić należy stolik w D, daiąc mu toż samo położenie co i na linii AB. Potém oparłszy dyoptrę o igiełkę wbitą w a, celuymy do pun-

ktu A, i pociągniymy ołówkiem linią ad; następnie oparłszy dyoptrę o igiełkę wbitą w b, celuymy do punktu B, i pociągniymy ołówkiem drugą linią, która przetnie pierwszą w punkcie d, odpowiednym punktowi D.

W praktyce nie udaie się to zagadnienie rozwiązać tak dobrze iak poprzedzaiące; bo z pewnością nie można polegać na sprawdzeniu stolika za pomocą igły magnesowey. I dla tego należy sprawdzić położenie punktu d oznaczonego z punktów a i b, porównywaiąc go ze znaném położeniem innych punktów.

Można ieszcze za pomocą bussoli rozwiązać to zagadnienie, znaiąc pochyłość linii AB do południka magnetycznego. Na ten koniec zobserwuymy w D kąty BDx i ADx. Wykréśliwszy na papierze kąt xab=xAB, łatwo oznaczymy kierunek liniy AD i BD, których przecięcie daie punkt d odpowiedny punktowi ziemskiemu D; bo znamy kąt $xAD = 180^\circ - ADx$, i $xBD = 180^\circ - BDx$.

Oprócz punktów A i B, maiąc ieszcze więcey stanowisk przeniesionych na papier, łatwo sprawdzimy wyżey oznaczone położenie punktu d z A i B.

Rozwiązanie dwóch zagadnień tego §, osobliwie za pomocą bussoli, służy w praktyce do oznaczania znacznieyszych garbów gór, kształtów dolin, początku i końca spadzistości etc.

53. W robotach wielkiey wagi, rozwiązuiąc zagadnienie 1*sze* §. 52, mierzymy kątomierzem kąty ADB, ADC i BDC (*fig.* 46). Ze znaiomych boków AB, BC, AC, i obserwowanych kątów, rachuiemy odległości, AD, BD, DC, służące do oznaczenia punktu D. Wzory na szukanie ilości niewiadomych można wyprowadzić następnym sposobem.

Niech będzie zdjęty troykąt ABC i czwarte stanowisko w D. Znamy boki i kąty troykąta ABC, oprócz tego zobserwowaliśmy kąty CDA, ADB, CDB. Idzie o wyrachowanie kątów ACD, ABD, oraz odległości CD, AD, BD.

Nazwiymy kąt ADC przez β, ADB przez γ; nadto załóżmy: $AD = D$, $DB = D'$, $DC = D''$, $ABD = x$, $ACD = y$, $AC = b$, $AB = c$, $BC = a$.

W troykątach ADC i ADB mamy:

$$D = \frac{b.\,\text{wst}\,y}{\text{wst}\,\beta} = \frac{c.\,\text{wst}\,x}{\text{wst}\,\gamma}.$$

Stąd:

$$\frac{\text{wst}\,x}{\text{wst}\,y} = \frac{b.\,\text{wst}\,\gamma}{c.\,\text{wst}\,\beta}.$$

Następnie:

$$\frac{\text{wst}\,x + \text{wst}\,y}{\text{wst}\,y - \text{wst}\,y} = \frac{b.\,\text{wst}\,\gamma + c.\,\text{wst}\,\beta}{b.\,\text{wst}\,\gamma - c.\,\text{wst}\,\beta}.$$

Albo:

$$\frac{\text{sty}\,\tfrac{1}{2}(x+y)}{\text{sty}\,\tfrac{1}{2}(x-y)} = \frac{1 + \dfrac{c.\,\text{wst}\,\beta}{b.\,\text{wst}\,\gamma}}{1 - \dfrac{c.\,\text{wst}\,\beta}{b.\,\text{wst}\,\gamma}}.$$

Zakładaiąc $\text{sty}\,z = \dfrac{c.\,\text{wst}\,\beta}{b.\,\text{wst}\,\gamma}$, będzie:

$$\frac{\text{sty}\,\tfrac{1}{2}(x+y)}{\text{sty}\,\tfrac{1}{2}(x-y)} = \frac{1+\text{sty}\,z}{1-\text{sty}\,z} = \text{sty}\,(45^\circ + z).$$

Nazwiymy: $\tfrac{1}{2}(x-y) = \Sigma$; $\tfrac{1}{2}(x+y) = S = 180^\circ - \tfrac{1}{2}(A + \beta + \gamma)$ . . (1).

Wypadnie:

$$\left.\begin{array}{l} \text{sty}\,\Sigma = \text{sty}\,S.\ \text{dosty}\,(45^\circ + z), \\ \text{sty}\,z = \dfrac{c.\,\text{wst}\,\beta}{b.\,\text{wst}\,\gamma};\ x = S + \Sigma;\quad y = S - \Sigma \end{array}\right\} \ldots\ldots\ (2).$$

Odległości:

$$\left.\begin{array}{l} D = \dfrac{b.\,\text{wst}\,y}{\text{wst}\,\beta} = \dfrac{c.\,\text{wst}\,x}{\text{wst}\,\gamma}. \\ D' = \dfrac{c.\,\text{wst}\,(x+\gamma)}{\text{wst}\,\gamma} = \dfrac{a.\,\text{wst}\,(y-C)}{\text{wst}\,(\beta+\gamma)}. \\ D'' = \dfrac{b.\,\text{wst}\,(y+\beta)}{\text{wst}\,\beta} = \dfrac{a.\,\text{wst}\,(x-B)}{\text{wst}\,(\beta+\gamma)}. \end{array}\right\} \ldots\ldots\ (3).$$

Łatwo dostrzeżemy odmiany, iakim ulegaią wzory (1), (2), (3), kiedy punkt D umieszczony iest w troykącie ABC, ACD, ABD, albo też gdy pada na kierunku liniy AB, AC, BC.

Kiedy summa kątów $x + y = 180^{\circ}$, wtenczas punkta A, B, C, D, leżą na okręgu koła, i zadanie żadnym sposobem nie może bydź rozwiązane.

54. Chcąc okazać na rozmaitych położeniach mieysc zastosowanie ogólnych sposobów zdeymowania planów mierniczych, przyłączam tu zdjęty plan Zakretu, iedney z okolic miasta Wilna. Robota wykonaną była pod moim dozorem, przez uczniów uniwersytetu chodzących na lekcyą jeodezyi wyższey, topografii i równoważenia.

Fig. A, *tab.* 5 przedstawia właśnie plan części Zakretu, który robiony był na skalę $\frac{1}{2000}$; iaka powinna się używać do robot mierniczych, gdy idzie o wyrażenie na mappie drobnych szczegółów. (*Fig.* A) odpowiada skali $\frac{1}{8000}$; kopiiowaliśmy ią pantografem (§. 93.) z planu mierniczego robionego na skalę $\frac{1}{2000}$.

Rozpoczęliśmy działanie od zdjęcia obszernego pastwiska leżącego w pośrodku lasu, i przedzielonego na połowę gościńcem ybax. Wbiwszy pertyki w znacznieyszych załomach lasu k, i, h, g, f, e, d, i w końcach muru l, c, opasuiącego ogród zakrecki i zabudowania, teraz zniszczone, wymierzyliśmy podstawę ab, tak długą, żeby troykąty na niey oparte nie zawierały bardzo ostrych i rozwartych kątów, osobliwie w ważnieyszych punktach. Celuiąc z obu końców podstawy a i b, do wszystkich załomów k, i, h, g, f, e, d, l, c, oznaczyliśmy te punkta za pomocą sposobu przecięć. Kąty obserwowaliśmy kątomierzem *Ramsdena*; narzędzie to dawało z pewnością kąt co do minuty. To aż nadto wystarczało w naszym przypadku, gdzie naywiększa odległość ad nie przewyższała połowy wiorsty. Można byłoby użyć i stolika. Sposób zdeymowania byłby tenże sam. Tylko na stoliku razem rysowalibyśmy przez przecięcia położenia punktów; a używaiąc kątomierza, trzeba było, z daney pod-

stawy i obserwowanych kątów, rysować plan na papierze przyklcionym do deski.

Gościniec xaby idzie zupełnie w kierunku linii prostey; przeto należało ieszcze odmierzyć linią ax i by, co dało długość gościnca od lasu aż do wrot muru y. Oprócz tego oznaczyliśmy szerokość gościnca, i szerokość rowów przy brzegach gościnca. Mnieysze załomy lasu, odmieniaiące corocznie położenie z wyrastaniem drzew, dość było odrysować z oka. Główne punkta zakrętów drożki DD oznaczały się przez współprzystawy prostokątne, odnosząc ią do linii yx, a resztę rysowaliśmy z oka.

Stanąwszy w y wymierzyliśmy kąty byl i byc. Aże mieliśmy obserwowane z punktu b kąty ybl i ybc, przeto z podstawy yb można było oznaczyć ieszcze raz punkta c i l rogu muru, i mieć sprawdzenie roboty. Różnica w położeniu tych punktów nawet nie wyniosła cala.

W punkcie a obserwowaliśmy nachylenie linii ab do południka magnetycznego, zbaczaiącego o 13° od północy na zachód od południka mieysca w Wilnie. Tym sposobem odrysowaliśmy linią południową NS, i naznaczyliśmy mieysce czterech stron świata na mappie.

Potém biorąc za podstawę cd, oznaczyliśmy przez przecięcia załomy góry onm. Położenie drog oznaczało się sposobem obchodzenia, mierząc kąty załomów drog i długości boków wielokąta stanowiącego drogę.

Góra bardzo pochyła w kierunku op przy murze, zmnieysza swoią spadzistość wchodząc do lasu. Z punktu o obserwowaliśmy pochyłość góry do poziomu w kierunku op, równą 18°. 28′, i wymierzyliśmy długość op. Z tego przywiedliśmy op do poziomu. Nazwawszy op przywiedzione do poziomu przez x, mamy $x = op \times \text{dost}\ (18°.\ 28')$. Przedłużywszy więc na papierze linią co o x, oznaczyliśmy punkt p.

Z punktu p wymierzyliśmy liniią prostą pq, graniczącą spód góry, i obserwowaliśmy kąt opq. Tym sposobem odrysowawszy liniią pq spuściliśmy się z góry, i wymierzyliśmy pochyłość góry w kierunku nq, równą 9° 24′. Z tych elementów odrysowaliśmy górę przez przecięcia zrównoważone *(couches de niveau)*. To iuż potrzebuie wyższych wiadomości.

Używaiąc stolika i maiąc na nim liniią no, trzeba byłoby zabić pertyki w p i q, i oznaczyć te punkta przez przecięcia, mierząc kąty onp, onq, nop, noq. My nie mogliśmy użyć sposobu przecięć, bo punktu q nie widać było z o, i punktu p z n, dla sosen pokrywaiących górę, których wycinać nie wypadało.

Z kolei wzięliśmy za podstawę pq, i zabiwszy pertyki w t, załomie lasu z którego rozchodzą się dwie drogi, w R rogu muru opasuiącego ogród ze zniszczoną budowlą, i w s nad rzeką, oznaczyliśmy te trzy punkta przez przecięcia, a położenie dróg rysowaliśmy sposobem obchodzenia.

Przystąpiliśmy potém do oznaczenia zakrętów rzeki Wilii i reszty obwodu muru. Na ten koniec stanąwszy w s, obserwowaliśmy kąt Rsp, i odmierzyliśmy liniią sp. Stanąwszy w p obserwowaliśmy kąt Rpα, i wymierzyliśmy pα. Z punktów s i p spuściliśmy prostopadłe do sp, kończące się na brzegu rzeki, a z punktu α wynieśliśmy podobną prostopadłą do pα. Tym sposobem można było odrysować zakręt rzeki od s do α; małe załomy rysowały się z oka.

Dla oznaczenia szerokości rzeki zabiliśmy pertyki w s′ i p′, i zdjęliśmy troykąty sps′, pαp′. Wysokości tych troykątów, spuszczone z s′ i p′ na sp i pα, dały właśnie szerokość rzeki w s′ i α′.

Z punktu R spuściliśmy prostopadłą do αR, przypadaiącą na zakręt rzeki R′; nadto obserwowaliśmy kąt αRw i αRz. Wymierzywszy Rw i wz, odrysowaliśmy ścianę muru Rwz, kończącą się w z. Z punktów w i z spuszczaliśmy pro-

stopadłe dla oznaczenia zakrętów rzeki w' i z'. Daley zdjęliśmy sposobem obchodzenia wielokąt zbcd, i oznaczyliśmy przez prostopadłe załomy rzeki.

Za pomocą przecięć z zb oznaczyliśmy A, a z bc B, dwa rogi stawku opuszczonego zarosłego trawą. Maiąc AB sposobem obchodzenia zdjęliśmy stawek ABCD.

Obrawszy za podstawę ed obserwowaliśmy kąty edh i deh; co dało położenie punktu h, rogu muru przy podstawie góry.

Dla sprawdzenia całey roboty stanęliśmy w l, odmierzyliśmy liniie lf, fg, gh, i ich pochyłości do poziomu; z tego wyrachowaliśmy liniią poziomą lh. A że kąt ylh iest prosty, przeto z punktu l wyniosłszy do yl prostopadłą równą wyrachowaney linii poziomey lh, mieliśmy znowu punkt h. Różnica położenia obu punktów h była prawie nieznaczną.

Dróżka idąca przy murze cyl iest od niego równoległą. Wymierzyliśmy iey szerokość i odległość od muru. Potém należało zobserwować kąty iey zachylenia do lasu, i wymierzyć długość.

Rzeka Wilia nieforemnie i nagle odmienia szerokość, tworząc wielką wyspę i inne dwie maleńkie wysepki. Nie podobna zdjąć obwodu wyspy ze spodu nieprzystępnego góry hH. Dla oznaczenia więc położenia rzeki i wysp, naystosownicy było przenieść się na drugą stronę rzeki wszędzie przystępną. W tym celu przy rogu muru Rw, równolegle do niego, wymierzyliśmy podstawę BA. Zabiliśmy pertyki na drugiey stronie rzeki w Q, R, i przy rogach chałup rozrzuconych na spadzistości góry i na polu. Z punktów A i B obserwowaliśmy kąty, iakie czynią wszystkie pertyki z liniią AB, i oznaczyliśmy sposobem przecięć położenie tych punktów na papierze. W punkcie A ieszcze obserwowaliśmy pochyłość linii AB do południka magnetycznego; stąd wyrysowaliśmy liniią południową, która była zupełnie równoległą do NS.

Następnie przeniosłszy narzędzie na drugi brzeg rzeki do Q, należało wymierzyć obwód chałup, i porysować dokładnie ich położenie. Drugi brzeg rzeki wypadało zdeymować sposobem obchodzenia. Dla tego to w Q obserwowaliśmy kąt RQS, i wymierzyliśmy QS. Podobnym sposobem zdjęliśmy cały wielokąt STαβγδ. Ze wszystkich punktów R, Q, S, T, α, β, γ, δ, spuszczaliśmy prostopadłe do brzegu rzeki, i mierzyliśmy ie; przez co oznaczyliśmy główne zakręty rzeki, a resztę rysowaliśmy z oka.

Biorąc za podstawę ST, wbiliśmy pertyki w h, w rogu wielkiey wyspy W, i pośrodku maleńkich wysepek x′ i y. Oznaczywszy te cztéry punkta przez przecięcia, mieliśmy róg wielkiey wyspy i środki dwóch małych; a mieysce punktu h, prawie przypadaiące na punkt h oznaczony wyższemi dwóma sposobami, było sprawdzeniem roboty. Kształt małych wysepek odrysowaliśmy z oka.

Biorąc za podstawę αβ, oznaczyliśmy przez przecięcie załom dużey wyspy x; a małe załomy pomiędzy W i x rysowaliśmy z oka. Biorąc za podstawę γδ, oznaczyliśmy przez przecięcia koniec wielkiey wyspy λ; a załomy zawarte pomiędzy x i λ wykreśliliśmy z oka.

Tym sposobem zdjąwszy położenie drugiego brzegu rzeki i połowę wyspy Wxλ, należało z bussolą oznaczyć kształt drugiey połowy wyspy λλ′W sposobem obchodzenia. I na tém skończyła się całkowita robota, która nas uczy: iak trzeba byłoby zdeymować dalsze pola, bieg rzeki, odwód góry, lasu i t. p., dla zdjęcia całey okolicy Zakrętu.

55. Zdjęcie ogrodu z pomieszczonemi w nim budowlami uskutecznia się następuiącym sposobem. Główne drogi rysuią się sposobem obchodzenia; i do nich odnoszą się rogi przyległych budowli, zdeymuiąc ie przez współprzystawy prostokątne, lub sposobem przecięć, stosownie do położenia mieysca. Maiąc oznaczone znacznieysze rogi budowli, trzeba dokończyć rysunek iey ob-

wodu sposobem obchodzenia. Małe drożki również rysuią się sposobem obchodzenia; i z nich zdeymuią się przyległe ważnieysze mieysca ogrodu. Sadzawki, rzeczki i inne tym podobne przedmioty, zwyczaynie zdeymuią się sposobem obchodzenia.

Odrysowanie rozmaitych przedmiotów umieszczonych na planie mierniczym, z nadaniem kolorów i cieniów naturalnych, lub też na iakie zgodzono się dla łatwieyszego rysunku mappy, iest zatrudnieniem rysunków topograficznych. Przedmiot ten, istotnie potrzebny dla zdeymuiącego plany miernicze, opiszemy w osobném dziełku.

56. Plany budowli wieyskich i mieyskich robią się zwyczaynie na wielką skalę, *np.* na $\frac{1}{200}$. Zdeymuiąc plan budowli, potrzeba naprzód zdjąć obwód domu, potém dziedziniec z bramami; następnie odrysuią się pokoie. Każdego pokoiu mierzy się pospolicie obwód i przekątna; w odrysowanym obwodzie oznaczaią się szerokości drzwi i okien, mieysca pieców, kominów, kuchni i t. p. Zdjąwszy pokoie dolne, podobnymże sposobem odrysuię pokoie pierwszego piętra i dalszych. Cały rysunek robi się w rzucie poziomym.

Kiedy dom wystawia się w położeniu pionowém, wtenczas mierzy się wysokość każdego piętra i całego domu, wysokości i odległości okien, i t. d.

57. Zdjąwszy plan mierniczy, potrzeba na nim umieścić kierunek północy, południa, wschodu i zachodu, rysuiąc liniią południową. Dokażemy tego używaiąc igły magnesowey, albo cienia skazówki pionowey do stolika.

Co do 1go. Za pomocą bussoli lub kątomierza maiącego igłę magnesową (*fig.* 21) wolnie obracaiącą się na ostrzu, potrzeba obserwować pochyłość iakieykolwiek linii, umieszczoney z pewnością na stoliku, do południka magnetycznego wskazanego kierunkiem igły. Tym sposobem narysuiemy na planie przyklejonym do stolika liniią południka magnetycznego. Wiedząc skąd inąd zbocze-

nie południka magnetycznego od południka mieysca, łatwo wykreślimy liniią południową. Tego właśnie sposobu używaliśmy w §. 54. do naznaczenia linii południowey w planie Zakretu. Strzedz się tu trzeba sąsiedztwa żelaza, dla którego może zbaczać igła od południka magnetycznego. Oprócz tego, często trudno iest wiedzieć z pewnością zboczenie igły magnetyczney od południka mieysca.

Powtóre: Chcąc poprowadzić liniią południową na planie przykleionym do stolika za pomocą obserwacyi słońca, potrzeba ustawić narzędzie w pewnym zdjętym stanowisku ziemskim, i dokładnie ie zoryentować. Nadto należy wbić do stolika sztyft pionowy długi z dziesięć cali; albo ieszcze lepiey, potrzeba mieć apparat wystawiony na *fig.* 47, zwany *gnomonem* (gnomon). Składa się on z podstawka drewnianego hh, który śrubą T stosuie się do brzegu stolika. W górną część podstawka wkłada się pręt metallowy ss, i utwierdza śrubą S. Pręt w górze zakończony iest blaszką płaską pochyłą, przebitą na otwor igiełki we środku t. Zastosowawszy do stolika gnomon, trzeba nicią z ciężarem Tp przenieść pionowie punkt t na stolik do p. Z punktu p zakreślę kilka łuków kół spółśrodkowych.

Zrobiwszy te przygotowania, przyłożę na stoliku dyoptrę do zdjętey linii ab, odpowiadaiącey linii AB na ziemi. Punkt a niech odpowiada kołkowi wbitemu w mieyscu gdzie stoi stolik, a punkt b niech leży w kierunku pertyki zabitey pionowie w mieyscu B. W przeciągu całey obserwacyi, powinienem przekonywać się, celuiąc dyoptrą po linii ab do B, czy stolik dobrze iest zoryentowany.

W dniu pogodnym, około godziny dziewiątey zrana, rospocznę obserwacyą. Promyk światła słonecznego, przechodzący przez otwór t, odmaluie punkt światły na stoliku, odmieniaiący położenie z biegiem dziennym słońca. Punkt światły dotknie pierwszego okręgu koła *np.* w punkcie 1, drugiego w punkcie 2, trzeciego w punkcie 3, i t. p. Te wszystkie punkta zanotuię delikatnym ołów-

kiem na okręgach kół spółśrodkowych. Po południu punkt światły dotknie okręgów kół spółśrodkowych w punktach 3′, 2′, 1′. Oznaczywszy dokładnie te wszystkie punkta, połączę liniiami prostemi punkt 1 z 1′, 2 ze 2′, 3 ze 3′; toż samo zrobię z innemi punktami, ieżeli rysowałem więcey kół spółśrodkowych. Następnie podzielę na połowę cięciwy 11′, 22′, 33′, etc.; a przez punkt p i punkta podziałów m‴, m″, m′, poprowadzona liniia, będzie właśnie liniią południowa. Jeżeli dobrze udała się obserwacya, punkta p, m‴, m″, m′, będą leżały na linii prostey. Kiedy te punkta cokolwiek odstępuią od linii prostey, to za liniią południową weźmiemy liniią pośrednią pomiędzy liniiami pm‴, pm″, pm′. Teorya biegu słońca uczy nas: że ta obserwacya naylepiey się udaie, i naypewnieysze da położenie linii południowey, około przesileń dnia z nocą; a około porównań nie otrzymamy tak dokładnego wypadku. Z tém wszystkiem, ieżeli koniecznie wypada oznaczać liniią południową około porównań, trzeba przynaymniey starać się zrobić przez dni kilka iak nayściśleysze obserwacye, i wziąść średnie położenie linii południowey. Rysunek ten wystarcza do wskazania linii południowey na planie mierniczym.

W niedostatku opisanego tu gnomonu, można wbić do stolika pionowy cienki pręcik pt, długi około dziesięciu cali, zakończony kulką w t, i obserwować na okręgach kół punkta 1, 2, 3, 3′, 2′, 1′, w których dotyka ich cień kulki. Zakończenie cienia, połączonego zwyczaynie z przycieniem, nie iest tak pewne do obserwacyi, iak dostrzeżenie punktu światłego przechodzącego przez otwór t; ale robota iest taż sama. Łuki kół spółśrodkowych rysuią się tu ze spodu skazówki pionowey p.

Nakreśliwszy liniią południową, trzeba naznaczyć w iednym iey końcu północ literą N, w drugim południe literą S. W końcu N pospolicie rysuie się

ostrze strzałki, a w S chorągiewka kończąca strzałkę. Względem linii NS z prawey strony na mappie leży wschód, a z lewey zachód.

Wszystkie prawie wyrazy i litery na mappie powinny pisać się na liniiach prostopadłych do linii południoowey.

58. Przestaiemy w tym rozdziale na przytoczonych kilku ważnieyszych zagadnieniach. W dziełach obszernych poświęconych wyłącznie praktyce miernictwa, pospolicie autorowie umieszczaią mnóstwo praktycznych zagadnień objaśniaiących teoryą. Naszym celem nie mogło bydź tak obszerne traktowanie nauki; boby to zrobiło dzieło deleko kosztownieyszém do nabycia, a może nawet zawikłałoby poięcie samych głównieyszych zasad.

ROZDZIAŁ V.

Sposoby obrachowania powierzchni ziemskiey.

59. Można znaleźć powierzchnią zdjętego planu dzieląc go na troykąty, i biorąc ze skali wartość ich podstaw i wysokości. Postępuiąc tym sposobem, na bardzo wiele natrafimy szczególnych uwag, skróceń i sprawdzeń odbywanego rachunku. Co wszystko znaiący jeometryą łatwo uskutecznić potrafi.

Rachuiąc małe powierzchnie, nie zawsze sposób wyżey wymieniony z korzyścią dałby się zastosować. Bo dzielenie graficzne małey powierzchni na troykąty, i błędy nieuchronne popełniane w braniu cérklem podstaw i wysokości, wiele wpłyną na niedokładność wypadku. W obrachowaniu większych po-

wierzchni, maiąc znaczną liczbę troykątów, można otrzymać kilka wyrażeń szukaney powierzchni, i wziąść średnią wartość. W dochodzeniu zaś wartości małych powierzchni, daleko lepiey nie dzielić ie na troykąty, ale wyprowadzić na nią wzory przez funkcyą mierzonych boków i kątów.

60. Często się zdarza, że nie tylko chcemy poznać wielkość zdjętey całkowitey powierzchni, ale ieszcze żądamy wiedzieć: iaką na mappie zaymuią przestrzeń ziemie uprawne, łąki, lasy, błota, ziemie odłogiem leżące, i t. p.; co wpływa na oszacowanie gruntu. Nadto trafia się potrzeba ocenienia powierzchni dróg, rzek, gościńców. Uważać ie trzeba za prostokąty, których podstawą iest liniia wyprostowaney długości, a wysokością średnia szerokość.

61. Powierzchnia prostokąta i równoległoboku = podstawie $\times$ wysokość (*fig.* 48.)

Powierzchnia troykąta = podstawie $\times \frac{1}{2}$ wysokości. Inaczey powierzchnia troykąta ABC, którego kąty są A, B, C, a boki im przeciwne a, b, c, równa się.... $= \sqrt{(a+b+c)\,(a+b-c)\,(a+c-b)\,(b+c-a)}$.

Jeszcze powierzchnia troykąta $ABC = \frac{1}{2}\,bc.\,\text{wst}\,A = \frac{1}{2}\,ac.\,\text{wst}\,B =$ $= \frac{1}{2}\,ab.\,\text{wst}\,C$.

Nadto mamy: $\frac{\text{wst}\,B}{\text{wst}\,C} = \frac{\text{wst}\,B}{\text{wst}\,(A+B)} = \frac{b}{c}$; stąd: $b = \frac{c.\,\text{wst}\,B}{\text{wst}\,(A+B)}$.

A pow. troykąta $ABC = \frac{1}{2}\,c^2\,\frac{\text{wst}\,A.\,\text{wst}\,B}{\text{wst}\,(A+B)}$.

62. W czworokącie ABCD (*fig.* 49), maiąc AC, BD, i kąt BEC, znaleźć powierzchnią. Uczyńmy: $AE = x$, $EC = y$, $DE = t$, $BE = z$.

$$\text{Pow. troykąta } BEC = \frac{yz}{2}\,\text{wst}\,E.$$

$$\text{pow. troykąta } ABE = \frac{xz}{2}\,\text{wst}\,E.$$

$$\text{pow. troykąta ADE} = \frac{xt}{2} \text{ wst E.}$$

$$\text{pow. troykąta DCE} = \frac{yt}{2} \text{ wst E.}$$

Stąd pow. $ABCD = \frac{xz+xt+yz+yt}{2}$ wst $E = \frac{(x+y)(z+t)}{2}$ wst $E =$

$= \frac{AC \times BD}{2}$ wst E.

63. Wyrazić powierzchnią trapeziusza S przez funkcyą boków a, b, c, d (*fig.* 49) bis.

Wiemy z jeometryi że $S = \left(\frac{b+d}{2}\right) w$; w iest wysokość. W troykącie ADE.

$$w = \frac{2}{g} \sqrt{(a+c+g)(a+c-g)(a+g-c)(g+c-a)}.$$

$g = DE = d-b$. Stąd: $S = \left(\frac{b+d}{d-b}\right) \sqrt{(a+c+g)(a+c-g)(a+g-c)(g+c-a)}$.

64. Znaleźć wyrażenie powierzchni wielokąta foremnego maiącego liczbę boków n.

Nazwiymy ieden bok tego wielokąta AB przez B (*fig.* 50). Kąt $ASB = \frac{360^\circ}{n}$; kąt $ASX = \frac{180^\circ}{n}$. W troykącie prostokątnym ASX...:

$$SX = AX. \text{ dosty } ASX; \text{ albo } SX = \tfrac{1}{2} B \text{ dosty} \left(\frac{180^\circ}{n}\right).$$

Powierzchnia troykąta $ASB = \frac{AB \times SX}{2} = \frac{1}{4} B^2.\text{dosty} \left(\frac{180^\circ}{n}\right)$. Zatém powierzchnia wielokąta którego liczba boków iest $n = \frac{n}{4} B^2.\text{ dosty} \left(\frac{180^\circ}{n}\right)$.

Wiemy że powierzchnia koła, którego promień iest r, równa się πr^2. Chcąc znaleźć powierzchnią wycinka kołowego ASDB, którego łuk ADB zawiera stopni n, wypada ocenić naprzód długość tego łuku w częściach promienia następuiącym sposobem:

$$180^\circ : \pi r = n : \frac{n\pi r}{180^\circ};\ \frac{n\pi r}{180^\circ} = nr \text{ wst } 1''.$$

bo $\frac{\pi}{180^\circ} = \frac{\frac{180^\circ}{R}}{180^\circ} = \frac{1}{R} = \text{wst } 1''$. R oznacza promień tablicowy. Stąd powierzchnia wycinka ASBD $= \frac{nr^2}{2}$ wst $1''$.

Powierzchnia odcinka AXBD = pow. wycinka ASBD — pow. troykąta ASB. Aże powierzchnia troykąta ASB $= \frac{1}{2}$ BS. Al $= \frac{r^2}{2}$ wst n; przeto powierzchnia odcinka AXBD $= \frac{r^2}{2}$ (n wst $1''$—wst n).

65. Chcąc wyrachować powierzchnią ellipsy P, którey oś większa iest a, mnieysza b, a mimośrod e, można użyć wzoru następuiącego dowiedzionego w jeometryi analytyczney. $P = \pi a b = \pi a \sqrt{a^2 - e^2}$.

66. Łatwo iuż wyrachuiemy powierzchnią iakicykolwiek figury rozdzieloney na troykąty i trapeziusze. Kiedy plan zdjętey powierzchni ogranicza liniia krzywa abcdef.... (*fig.* 51), trzeba go dzielić na trepeziusze za pomocą prostopadłych bb′, cc′, dd′.... Prostopadłe te powinny bydź blizkie siebie i w równey odległości; bo wyrażenie powierzchni znacznie się przez to upraszcza. Tak *np.* powierzchnia figury aff′a′ $= \left(\frac{aa'}{2} + bb' + cc' ... + \frac{ff'}{2}\right) mx$.

67. Dla wyrażenia powierzchni P wielokąta $m^1 m^2 m^3 m^4 m^5$ (*fig.* 52), przez funkcyą współprzystaw iego wierzchołków m^1, m^2..., uważam że:

$$P = m'p^1 m^5 p^5 + m^5 p^5 m^4 p^4 - m' m^2 p^1 p^2 - m^2 p^2 m^3 p^3 - m^3 m^4 p^3 p^4.$$

$$P = \tfrac{1}{2}(y_1 + y_5)(x_5 - x_1) + \tfrac{1}{2}(y_5 + y_4)(x_4 - x_5) - \tfrac{1}{2}(y_1 + y_2)(x_2 - x_1) - \tfrac{1}{2}(y_2 + y_3)(x_3 - x_2) - \tfrac{1}{2}(y_3 + y_4)(x_4 - x_3).$$

Redukuiąc otrzymamy:

$$P = \tfrac{1}{2}\left\{(y_2 - y_5)x_1 + (y_3 - y_1)x_2 + (y_4 - y_2)x_3 + (y_5 - y_3)x_4 + (y_1 - y_4)x_5\right\}.$$

A wzór ogólny na powierzchnią wielokąta, którego liczba boków iest n, będzie następuiący:

$$P=\frac{1}{2}\left\{(y_2-y_n)x_1+(y_3-y_1)x_2+(y_4-y_2)x_3+(y_5-y_3)x_4\ldots+(y_1-y_{n-1})x_n\right\}.$$

Stosuiąc ten wzór do szczególnych przykładów, potrzeba dawać baczność na znaki współprzystaw.

68. *Zasady polygonometryi.*

Polygonometrya iest to nauka zatrudniaiąca się szukaniem związków pomiędzy bokami, kątami i powierzchnią wielokątów prostokréślnych. W dziełach PP. *Carnot* i *Lhuillier* można znaleźć bardzo wiele zagadnień z polygonometryi. Rozwiążemy tu kilka ważnieyszych.

Zagadnienie 1. Znaiąc w czworokącie ABCD (*fig.* 53) trzy boki AB, AD, CB, i dwa kąty pomiędzy niemi zawarte A i B, wyrachować bok CD, lub którykolwiek z kątów C i D.

Co do 1*go.* Nazwiymy bok AB przez a, AD przez d, DC przez c, BC przez b. Kąt B zawarty pomiedzy bokami b i a oznaczmy przez (ba), kąt A przez (ad), kąt C przez (bc), a kąt O utworzony z nachylenia boków a i c nazwiymy (ac).

Ponieważ bok $a=Bq+qk+Ak$; przeto:

$a=b.\,\text{dost}(ab)+c.\,\text{dost}(ac)+d.\,\text{dost}(ad)$. Podobnież:

$b=a.\,\text{dost}(ab)+c.\,\text{dost}(bc)+d.\,\text{dost}(bd)$.

$c=a.\,\text{dost}(ac)+b.\,\text{dost}(bc)+d.\,\text{dost}(cd)$.

$d=a.\,\text{dost}(ad)+b.\,\text{dost}(bd)+c.\,\text{dost}(cd)$.

Mnożąc pierwsze zrównanie przez a, drugie przez b, trzecie przez c, czwarte przez d, i odbieraiąc od pierwszego trzy ostatnie, wypadnie:

$$a^2=b^2+c^2+d^2-2\left\{bc.\,\text{dost}(bc)+bd.\,\text{dost}(bd)+cd.\,\text{dost}(cd)\right\}.$$

Kładąc $C=(bc)$, $C+D-180^\circ=(bd)$, $D=(cd)$, otrzymamy:

$$(1)\begin{cases} a^2 = b^2 + c^2 + d^2 - 2\,\{bc.\ \text{dost}\ C - bd.\ \text{dost}\ (C+D) + cd.\ \text{dost}\ D\} \\ c^2 = a^2 + b^2 + d^2 - 2\,\{ab.\ \text{dost}\ B - bd.\ \text{dost}\ (A+B) + ad.\ \text{dost}\ A\} \end{cases}$$

A w pięciokącie (*fig.* 54) ABCDE otrzymalibyśmy:

$$(1')\ldots a^2 = b^2 + c^2 + d^2 + e^2 - 2\,\{bc.\text{dost}\,C - bd.\text{dost}\,(C+D) + be.\text{dost}\,(C+D+E) + $$
$$+ cd.\ \text{dost}\ D - ce.\ \text{dost}\ (D+E) + de.\ \text{dost}\ E\}.$$

Wzór (1) rozwiązuie podane zagadnienie. Sposób zaś tu wyłożony, zastosowany do iakiegokolwiek wielokąta, przyprowadziłby do następuiącego twierdzenia. Kwadrat z boku wielokąta płaskiego, równa się summie kwadratów z innych boków, zmnieyszoney podwóynemi prostokątami z każdych dwóch innych boków, mnożonemi przez dostawę kąta pomiędzy niemi zawartego.

Co do 2go (*fig.* 53). W czworokącie ABCD: $Cq = Cf + fq$;

$$(2)\begin{cases} b.\ \text{wst}\ (ab) = c.\ \text{wst}\ (ac) + d.\ \text{wst}\ (ad). \\ \text{albo:}\quad b.\ \text{wst}\ B = d.\ \text{wst}\ A - c\ \text{wst}\ (A+D). \end{cases}$$

W pięciokącie (*fig.* 54) ABCDE... $Cx'' = Ex + Dy' - Dy''$;

$$b.\ \text{wst}\ B = e.\ \text{wst}\ A - d.\ \text{wst}\ (A+E) + c.\ \text{wst}\ (A+E+D);\ \text{i t. p.}$$

Z tych wzorów natychmiast się wynayduie kąt B.

Żebyśmy szukali kąta A, wtenczas należałoby we wzorze na pięciokąt rozwinąć wst (A+E), wst (A+E+D), podstawić za dost A, $\sqrt{1 - \text{wst}^2 A}$, i ze zrównania stopnia drugiego szukać sty A. Na czworokąt zaś mamy $b = 0$. Przez co:

$$\text{sty}\ A = \frac{d.\ \text{wst} E - c.\ \text{wst}\ (D+E)}{c - d.\ \text{dost}\ E + c.\ \text{dost}\ (D+E)}.$$

Przywracaiąc notowanie boków i kątów przyięte w *fig.* 53, na czworokąt wypadnie:

$$(3)\ \ldots\ldots\ldots\ \text{Sty}\ A = \frac{c.\ \text{wst}\ D - b.\ \text{wst}\ (C+D)}{d - c.\ \text{dost}\ D + b.\ \text{dost}\ (C+D}.$$

69. *Zagadnienie* 2. Wyrazić powierzchnią wielokąta przez funkcyą iego boków i kątów.

Fig. 53. Powierzchnia czworokąta ABCD v. P=OCB—OAD;
powierzchnia troykąta $OCB=\frac{1}{2}(AO+a)(OD+c)$ wst O,
powierzchnia troykąta $AOD=\frac{1}{2}AO.\,OD.$ wst O.

Stąd: $P=\frac{1}{2}(AO+a)(OD+c)\text{ wst }O-\frac{1}{2}AO.\,OD.\text{ wst }O.$

$$P=\tfrac{1}{2}ac.\text{ wst }O+\tfrac{1}{2}AO.\,c.\text{ wst }O+\tfrac{1}{2}a.\,OD.\text{ wst }O.$$

Ażc w troykącie AOD: $AO=\frac{d.\text{ wst }D}{\text{wst }O}$; $OD=\frac{d.\text{ wst }A}{\text{wst }O}$;

przeto: $P=\frac{1}{2}ac.\text{ wst }O+\frac{1}{2}ad.\text{ wst }A+\frac{1}{2}cd.\text{ wst }D.$

$$P=-\tfrac{1}{2}ac.\text{ wst }(A+D)+\tfrac{1}{2}ad.\text{ wst }A+\tfrac{1}{2}cd.\text{ wst }D\;\ldots\ldots\ldots(4)$$

Podobnym sposobem znaleźlibyśmy powierzchnią pięciokąta (*fig.* 54).

$$ABCDE\ v.\ P'=\tfrac{1}{2}\left\{\begin{array}{r}ab.\text{wst}B-ac.\text{ wst }(B+C)+ad.\text{wst}(B+C+D)+bc.\text{ wst }C-\\-bd.\text{ wst }(C+D)+cd.\text{ wst }D\end{array}\right\}\ldots(4')$$

$$\text{Sześciokąta } P''=\tfrac{1}{2}\left\{\begin{array}{r}ab.\text{ wst }B-ac.\text{ wst }(B+C)+ad.\text{ wst }(B+C+D)-\\-ae.\text{ wst }(B+C+D+E)+bc.\text{ wst }C-\\-bd.\text{ wst }(C+D)+be.\text{ wst }(C+D+E)+\\+cd.\text{ wst }D-ce.\text{ wst }(D+E)+de.\text{ wst }E\end{array}\right\}\ldots(4'')$$

W użyciu tych wzorów trzeba pamiętać 1ód: że kąty są wnętrzne wielokąta. 2re: Że wyraz maiący za mnożnika wstawę summy kilku kątów iest dodatny lub odjemny, stosownie do tego iak liczba tychże kątów iest nie parzystą lub parzystą. 3cie: Że w kombinacyi boków wielokąta wszystkie boki się łączą oprócz iednego.

Korzyść istotna wzorów (4) (4′) (4″) na tém zawisła, że one uwalniaią od wykréślenia figury. Wszystkie ich wyrazy będą dodatne, kiedy zamiast kątów wewnętrznych użyiemy kątów zewnętrznych wielokąta.

70. *Zagadnienie* 3. (*fig.* 54). Znaiąc podstawę pięciokąta ABCDE, i oznaczywszy iego wierzchołki E, D, C, za pomocą sposobu przecięć, wyrazić powierzchnią przez funkcyą wymierzoney podstawy i obserwowanych kątów.

Dzielę pięciokąt na troykąty przekątniami zbiegaiącemi się w punktach A i B. Pow. ABCDE = pow. troykąta AED + pow. troykąta DAC + pow. troykąta CAB.

= pow. troykąta AEB + pow. troykąta DEB + pow. troykąta CDB.

Naznaczmy kąt $EAB = e$, $DAB = d$, $CAB = g$; $BA = a$.

$EBA = e'$, $DBA = d'$, $CBA = g'$.

$$\text{Pow. troykąta } EAD = \frac{AE \times AD}{2} \text{ wst } EAD.$$

W troykącie AEB: $\text{wst } e' : \text{wst } (e+e') = AE : a$, stąd $AE = \dfrac{a. \text{wst } e'}{\text{wst } (e+e')}$.

W troykącie DAB: $\text{wst } d' : \text{wst } (d+d') = AD : a$. Stąd $AD = \dfrac{a. \text{wst } d'}{\text{wst } (d+d')}$.

Zatem:

$$AE \times AD = \frac{a^2. \text{wst } e'. \text{wst } d'}{\text{wst } (e+e'). \text{wst } (d+d')};$$

$$\text{a pow. troykąta } EAD = \frac{a^2. \text{wst } e'. \text{wst } d' \text{ wst } (e-d)}{2 \text{ wst } (e+e'). \text{wst } (d+d')}.$$

Podobnymże sposobem znaleźlibyśmy powierzchnią troykąta DAC.

$$\text{Pow. troykąta } DAC = \frac{a^2. \text{wst } d'. \text{wst } g'. \text{wst } (d-g)}{2 \text{ wst } (d+d'). \text{wst } (g+g')};$$

$$\text{pow. troykąta } CAB = \frac{a^2. \text{wst } g. \text{wst } g'}{2 \text{ wst } (g+g')}.$$

$$(5) \ldots \text{ Stąd: pow. } ABCDE = \tfrac{1}{2} a \left\{ \frac{\text{wst } e'. \text{wst } d. \text{wst } (e-d)}{\text{wst } (e+e') \text{wst } (d+d')} + \frac{\text{wst } d'. \text{wst } g' \text{wst } (d'-g)}{\text{wst } (d+d') \text{wst } (g+g')} + \frac{\text{wst } g. \text{ wst } g'}{\text{wst } (g+g')} \right\}.$$

Uważaiąc pow. ABCDE = pow. troykąta ABE + pow. troykąta EBD + pow. troykąta DBC, otrzymalibyśmy:

$$(5') \ldots \text{ Pow. } ABCDE = \tfrac{1}{2} a^2 \left\{ \frac{\text{wst } g. \text{wst } d. \text{wst } (g'-d')}{\text{wst } (g+g'). \text{wst } (d+d')} + \frac{\text{wst } d. \text{wst } g. \text{wst } (d'-g')}{\text{wst } (d+d') \text{wst } (g+g')} + \frac{\text{wst } e. \text{wst } e'}{\text{wst } (e+e')} \right\}.$$

W praktyce potrzeba użyć obu wzorów dla sprawdzenia wypadku.

Sposób tu wyłożony łatwo daie się zastosować do wyrażenia powierzchni iakieykolwiek figury.

ROZDZIAŁ VI.

Jeodezya miernicza, czyli nauka traktuiąca o podziale gruntów na upodobane części.

71. Celem Jeodezyi mierniczey iest podział gruntów na upodobane części. Wyłożymy głównieysze na to prawidła, stosuiąc ie do przypadków częściey natrafianych w praktyce.

Zagadnienie 1sze (*fig.* 55). Podzielić troykąt ABC liniią idącą z iego wierzchołka B na dwie części, maiące się do siebie iak x : y.

W tym celu należy podzielić iego podstawę na dwie części AD i DC będące w stosunku x : y. Założywszy AD = a, DC = b — a, będzie:

$$a : b - a = x : y$$

$$ay = bx - xa, \quad a(x + y) = bx. \quad a = \frac{bx}{x + y}.$$

Wyrachowawszy a, odetnę iego wartość wziętą ze skali od A do D; a połączywszy B z D utworzę dwa troykąty ABD i BDC, których powierzchnie maią się iak x : y.

72. Gdybyśmy chcieli troykąt ABC podzielić liniiami idącemi z wierzchołka B na trzy części (*fig.* 56) maiące się = x : y : z, potrzeba byłoby odciąć

na iego podstawie trzy liniie AD, DE, EC, będące w stosunku x : y : z. Na ten koniec czynię $AD = \alpha$, $DE = \beta$, $EC = b - \alpha - \beta$.

$$\alpha : b - \alpha - \beta = x : z; \quad \beta : b - \alpha - \beta = y : z.$$

$$\alpha z = bx - \alpha x - \beta x; \quad \alpha = \frac{bx - \beta x}{z + x}.$$

$$\beta z = by - \alpha y - \beta y; \quad \alpha = \frac{by - \beta y - \beta z}{y}.$$

Stąd: $$bxy - y\beta x = bzy - z\beta y - \beta z^2 + bxy - x\beta y - x\beta z.$$

$$\beta (y + x + z) = by.$$

$$\beta = \frac{by}{x + y + z}, \quad \alpha = \frac{bx}{x + y + z}.$$

Wyrachowawszy α i β, odetnę AD, DE, EC, połączę B z punktami D, E, i wykreślę troykąty ABD, DBE, BEC żądane.

73. *Zagadnienie 2gie* (*fig.* 57.) Podzielić troykąt ABC liniią równoległą do podstawy tak, żeby szukany troykąt DBE miał się do danego ABC = x : y.

Wiemy że pow. troykąta ABC : pow. troykąta $DBE = \overline{AB}^2 : \overline{DB}^2$; przeto:

$$\overline{AB}^2 : \overline{DB}^2 = y : x. \qquad DB = \sqrt{\frac{x}{y}}.\ AB.$$

Tak wyrachowane DB kiedy odetnę od B do D, i poprowadzę równoległą DE do AC, rozwiążę podane zagadnienie.

74. Łatwo się przekonamy, że chcąc podzielić troykąt ABC liniiami równoległemi od AC (*fig.* 58) *np.* na sześć części równych, potrzeba wziąść:

$$Bd = AB\sqrt{\tfrac{1}{6}}, \quad Bd' = AB\sqrt{\tfrac{2}{6}}, \quad Bd'' = AB\sqrt{\tfrac{3}{6}},$$

$$Bd''' = AB\sqrt{\tfrac{4}{6}}. \quad \text{i t. p.}$$

Uwaga. Do rozwiązania 1*go* i 2*go* zagadnienia nie potrzeba znać powierzchni troykąta ABC.

75. *Zagadnienie* 3cie. Podzielić troykąt ABC na trzy części równe (*fig.* 59), za pomocą liniy prowadzonych z punktu D obranego na podstawie AC.

Pozwólmy że troykąt ABC iuż iest podzielony na trzy równe części AeD, eDe'B, De'C. Wysokości troykątów wyrachuiemy ze wzorów:

$$ek = \tfrac{1}{3} ABC. \frac{2}{AD} = \tfrac{2}{3} \frac{ABC}{AD}; \quad e'k' = \tfrac{2}{3}. \frac{ABC}{DC}.$$

Wyrachowawszy ek i e'k', przystąpmy do podziału troykąta ABC na trzy równe części. Mamy:

$$Ak : AH = ek : BH. \qquad Ck' : CH = e'k' : BH.$$

Stąd:

$$Ak = \frac{AH. ek}{BH}. \qquad Ck' = \frac{CH. e'k'}{BH}.$$

Odciąwszy wyrachowane Ak i Ck', wyniosłszy prostopadłe ke i k'e', i połączywszy punkt D z e i e', podzielę troykąt ABC na trzy równe części.

76. Zdarzyć się może (*fig.* 60), że ek lub e'k' wypadnie większe od BH; w tym razie obie liniie idące z D przecinaią bok AB lub BC. Taki przypadek okazuie *fig.* 60; gdzie troykąt ABC rozdzielony iest na trzy równe części ADe, eDe', De'BC. Mamy tu:

$$ek = \tfrac{2}{3} \frac{ABC}{AD}; \quad e'k' = \tfrac{2}{3} ABC. \frac{2}{AD} = \tfrac{4}{3} \frac{ABC}{AD}.$$

W praktyce, dla uskutecznienia podziału troykąta ABC, należy znać odcinki Ak i Ak', odpowiadaiące wysokościom ek i e'k'. Znaydziemy ie na *fig.* 60. z proporcyy:

$$Ak : AH = ek : BH; \qquad Ak' : AH = e'k' : BH.$$

$$Ak = \frac{AH. ek}{BH}; \qquad Ak' = \frac{AH. e'k'}{BH}.$$

77. Można odbydź wykreśleniem żądany w §§. 75 i 76 podział troykąta ABC (*fig.* 61). Na ten koniec dzieli się podstawa AC na trzy równe części

AF, FF' F'C; przez punkta F i F' prowadzą się liniie Fe i F'e' równoległe do BD, a troykąty AeD, De'C i czworokąt eDe'B, będą w szczególności trzeciemi częściami troykąta ABC. Bo troykąt $BF'C = \frac{1}{3} ABC = e'DC$. Również troykąt $ABF = \frac{1}{3} ABC = AeD$.

Jeszcze w praktyce można na bokach AB i BC odciąć Ae i Ce' rachowane z proporcyy:

$$Ae : AB = AF : AD; \qquad Ce' : CB = CF' : CD.$$

$$Ae = \frac{1}{3}\,\frac{AC.\ AB}{AD}; \qquad Ce' = \frac{1}{3}.\ \frac{CB.\ AC}{CD}.$$

Sposób tu wymieniony z łatwością zastosuiemy do podziału troykąta ABC na ilekolwiek części równych. Nie wymaga on wiadomości powierzchni troykąta ABC.

78. *Zagadnienie 4te (fig. 62).* Rozdzielić troykąt ABC na trzy równe części, liniiami wychodzącemi z punktu D obranego wewnątrz troykąta; iedną zaś liniią podziału iest prostopadła Df.

Niech drugiemi liniiami podziału będą Df' i Df''. Oznaczmy ilości znane $Af = a$, $Df = b$, $AH = c$, $BH = d$; a szukane.... $Ag' = x$, $f'g' = y$.

Troykąty podobne ABH i Af'g' daią:

$$Ag' : f'g' = AH : BH \text{ } \varrho.\ x : y = c : d;\ \ xd = cy \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

$$\text{Powierzchnia trapeza } ff'g'D = \frac{y+b}{2}(a-x);$$

$$\text{powierzchnia troykąta } Af'g' = \frac{xy}{2}.$$

$$Af'Df = Af'g' + ff'g'D;\ \text{więc} \ldots \tfrac{1}{3} ABC = m^2 = \frac{(y+b)}{2}(a-x) + \frac{xy}{2} = \frac{y+b}{2}a - \frac{bx}{2} \ldots (2).$$

Podstawuiąc w zr. (2) wartość za y wziętą z (1) będzie:

$$y = \frac{xd}{c},\ \ a \ldots\ m^2 = \left(\frac{xd}{2c} + \frac{b}{2}\right)a - \frac{bx}{2}.$$

$$x\left(\frac{d}{2c}-\frac{b}{2a}\right)a=m^2-\frac{ba}{2};\quad x\left(\frac{2ad-2bc}{4c}\right)=\frac{2m^2-ab}{2}.$$

$$x=\frac{(2m^2-ab)\,c}{ad-bc}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\quad(3).$$

Wzór ten iest ogólny, i służy na iakikolwiek stosunek powierzchni m^2 do powierzchni troykąta ABC. Kiedy punkt f′ przypada na boku AB, wtenczas $x < c$. Szukaiąc Cg″, można użyć wzoru (3), wprowadzaiąc za $AH = c$, $CH = c'$; i za $Af = a$, $Cf' = a'$.

Wyrachowawszy Ag′ i Cg″, potrzeba odciąć ich wartości na boku AC, i węgielnicą wyprowadzić prostopadłe g′ f′ i g″ f″. A połączywszy D z f′ i f″, otrzymamy trzy place $Bf'Df'' = Af'Df = Dff''C = \frac{1}{3}ABC$.

79. *Zagadnienie 5te* (*fig.* 63). Podzielić troykąt ABC na trzy równe części, liniiami prowadzonemi z punktu D obranego wewnątrz troykąta; iedną zaś liniią podziału iest DB.

Niech drugiemi dwiema liniiami podziału będą Df′ i Df‴. Należy na gruncie spuścić i wymierzyć dwie prostopadłe Dh, Dh′, które są wysokościami troykątów szukanych BDf′ i BDf‴.

Podstawy ich znaydziemy ze wzorów:

$$Bf' = \tfrac{2}{3}\,\frac{ABC}{Dh},\qquad Bf''' = \tfrac{2}{3}.\,\frac{ABC}{Dh'}.$$

Wyrachowane podstawy trzeba odciąć na bokach BA i BC, oraz połączyć punkt D z punktami f′ i f‴.

Kiedy *np.* pow. troykąta $BDC < \frac{1}{3}ABC$, wtenczas trzeba wyrachować $X = \frac{1}{3}ABC - BDC$. Następnie trzeba się starać wykreślić taki troykąt Df″C, żeby $f''DBC = \frac{1}{3}ABC$. Dokażę tego wyznaczaiąc i mierząc prostopadłę Df, i rachuiąc $Cf'' = \frac{2X}{Df}$.

80. *Zagadnienie 6te* (*fig.* 64). Podzielić troykąt ABC, liniią prostopadłą do podstawy AB, na dwie części maiące się $= m : n$.

Liniia podziału przypadnie albo z lewey strony wysokości CD troykąta ABC, albo z prawey. Przypuśćmy że pada z lewey *np.* w EF. Uczyńmy:

$AE = x$, $EF = y$; $AD = a$, $AB = b$, $CD = h$.

Powierzchnia troykąta $ABC = s = \frac{bh}{2}$. Mamy zaś:

$$AEF : EFCB = m : n; \qquad AEF : ABC = m : m + n.$$

Stąd:

$$AEF = T = \frac{ms}{m+n} = \frac{xy}{2}.$$

Troykąty podobne ACD i AFE daią:

$$a : h = x : y; \qquad y = \frac{hx}{a} \quad . \ . \ . \ . \ (1).$$

Podstawuiąc wartość otrzymaną na y w T, będzie:

$$\frac{ms}{m+n} = \frac{x^2h}{2a} = \frac{mbh}{2(m+n)}; \qquad x^2 = \frac{mab}{m+n} \quad . \ . \ . \ (2).$$

Wzory (2) i (1) daią wartość na AE i EF. Tu nam trzeba tylko znaleźć wartość na $AE = x$; bo maiąc punkt E, wyniosę prostopadłą EF, i rozwiążę zagadnienie.

Kiedy $x = AE$ iest mnieysze od AD, wzór (2) rozwiąże podane zagadnienie. Ale gdy $x = AE$ wypadnie większe od AD, wtenczas liniią podziału iest ef. Na ten przypadek trzeba naznaczyć $eB = x$, $BD = a$, i powtórnie szukać $eB = x$ ze wzoru (2).

Znalazłszy eB, odetnę tę wartość od B do e, i wyniosę prostopadłą ef, która rozdzieli troykąt ABC na dwie części Bef i AefC, maiące się $= m : n$.

81. *Zagadnienie 7me.* Podzielić tak trapez ABCD (*fig.* 65) szukaną liniią ff′ równoległą do iego podstawy, żeby powierzchnia CDff′ była równą s.

Naznaczmy $AB = b'$, $CD = b$, $Cc = a$; $ff' = y$, $Co = x$.

Podwóyna powierzchnia $CDff' = 2s = (b+y)x$. Stąd:

$$y = \frac{2s}{x} - b \quad . \; . \; . \; . \; (1).$$

Mamy zaś: $b' : b = Rr : Rl$; $\qquad y : b = Rk : Rl$.

$b' - b : b = a : Rl$; $\qquad y - b : b = x : Rl$.

Stąd: $b' - b : a = y - b : x$, $\qquad x = \frac{(y-b)a}{b'-b} \quad . \; . \; . \; . \; (2).$

Podstawuiąc w zr. (2) wartość za y z (1), otrzymamy:

$$x^2 + \frac{2ba}{b'-b}x = \frac{2sa}{b'-b}.$$

$$x = \frac{-ba}{b'-b} \pm \sqrt{\frac{2sa}{b'-b} + \frac{b^2a^2}{(b'-b)^2}} \quad . \; . \; . \; . \; (3).$$

W praktyce potrzeba z danych ilości a, b, s, wyrachować wartość na $x = Co$, z ogólnego wzoru (3). Potém w trapezie ABCD z punktu C spuścić wysokość Cc, i od C odciąć znalezione $Co = x$. Z punktu o poprowadziwszy ff′ równoległą do AB, utworzę trapez CDff′ maiący powierzchnią żądaną s.

82. *Zagadnienie 8me* (*fig* 66). Podzielić czworokąt ABCD, liniią ff′ równoległą do AB, na dwie części Aff′B i CDff′ maiące się $= m : n$.

Przedłużmy AC i BD do zbieżenia się w R. Troykąty podobne ARB i fRf′ daią:

$$ARB : fRf' = \overline{AR}^2 : \overline{fR}^2.$$

$$\overline{fR}^2 = \frac{fRf' \times \overline{AR}^2}{ARB} \quad . \; . \; . \; . \; (1).$$

W praktyce maiąc zdjęty czworokąt ABCD, trzeba z warunków zadania lub graficznie znaleźć iego powierzchnią; podobnież oceni się powierzchnia troykąta ARB, i długość linii AR. A ponieważ:

$$Aff'B : CDff' = m : n;$$

przeto: $Aff'B = \frac{ABCD.\,m}{m+n}$; pow. troykąta $Rff' = ARB - ABff'$.

Oznaczywszy ilości wchodzące do wartości fR we wzorze (1), wyrachuię fR, i z punktu odciętego f poprowadzę równoległą ff' do AB. Tym sposobem rozwiążę podane zagadnienie.

Łatwo, podobnymże sposobem, rozdzielę czworokąt ABCD (*fig.* 67) *np.* na cztery części, liniiami ff', gg', hh', równoległemi od AB, maiące się do siebie $= m : n : p : q$. Bo:

$$Rf = \frac{fRf' . \overline{AR}^2}{ARB}; \quad Rg = \frac{gRg' . \overline{AR}^2}{ARB}; \quad Rh = \frac{hRh' . \overline{AR}^2}{ARB} \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

83. *Zagadnienie* 9*te* (*fig.* 68). Rozdzielić czworokąt ACDB, prostopadłą hh' do AB, na dwie części AChh' i hh'DB, maiące się do siebie $= m : n$.

W tym celu wyrachuię powierzchnie dwóch troykątów prostokątnych ACc i BDd. Ażeby:

$$AChh' - ACc : BDhh' - BDd = m' : n' = Chh'c : hh'Dd;$$

przeto łatwo wyrachuię stosunek $m' : n'$ dwóch czworokątów Chh'c i hh'Dd. Rozwiązanie więc podanego zagadnienia przywiedzie się do podzielenia trapeza CcDd na dwie części maiące się $= m' : n'$, za pomocą linii hh' równoległey do Cc. To wykonawszy sposobem §. 81, rozwiążę podane zagadnienie.

Uwaga. Za pomocą sposobów podanych w §§. 82 i 83 rozdzielimy iakikolwiek wielokąt na części zostaiące w stosunku żądanym.

84. *Zagadnienie* 10*te* (*fig.* 69). Rozdzielić czworokąt ABCD, liniią DE idącą z iednego wierzchołka D ukośnie do podstawy AB, na dwie części ACDE i EDB, maiące się do siebie $= m : n$.

$$\text{Pow. troykąta } EDB = \frac{n . ABCD}{m + n} \; . \; . \; . \; . \; (1).$$

$$BE = \frac{2 . EDB}{Dd} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Należy więc wyrachować powierzchnią troykąta EDB ze wzoru (1), i wy-

mierzyć Dd. To maiąc znaydę ze wzoru (2) BE, i odetnę od B do E. A połączywszy punkt D z E dokończę wykreślenie.

85. *Zagadnienie 11te (fig. 70).* Podzielić czworokąt ABCD, liniią MN idącą od punktu M obranego na boku AB do CD, na dwie części AMNC i BMND, maiące się = m : n.

Połączę punkt C z M, i wyrachuię powierzchnią troykąta AMC. Aże pow. $AMNC = \frac{ABCD.\, m}{m + n}$ iest znaną; przeto ocenię i pow. troykąta CMN. Z kolei wyrachuię wysokość troykąta $CMN = Np = \frac{2.\, CMN}{CM}$, i poprowadzę liniią NN′ równoległą od CM, oddaloną od niey na ilość Np. Liniia NN′ odetnie na boku CD punkt N, który połączony z M rozwiąże podane zagadnienie.

86. *Zagadnienie 12te (fig. 71).* Rozdzielić wielokąt ABCDEF, liniią RR′ równoległą do daney linii xf, na dwie części RCDER′ i ABRR′F maiące się = m : n.

Wyrachuymy powierzchnie ABGF i CDE. Stąd łatwo wynaydziemy stosunek m′ : n′, dwóch powierzchni CERR′ i BRR′G. A podane zagadnienie przywiedzie się do rozdzielenia czworokąta CEBG, liniią RR′ równoległą od podstawy BG, na dwie części CERR′ i BGRR′ maiące się = m′ : n′. To wykonawszy sposobem §. 82. rozwiążemy podane zadanie.

Zagadnienie 13te (fig. 71). Podzielić wielokąt ABCDEF, liniią SS′ prostopadłą do AF, na dwie części, będące w stosunku m : n.

Z punktów D i E spuściwszy prostopadłe Dh i Ek, wyrachuymy powierzchnie ABCDh i EkF. Stąd łatwo wynaydziemy stosunek m′ : n′ dwóch powierzchni DSS′k i SEkS′. A rozwiązanie podanego zagadnienia przywiedzie się, do

rozdzielenia trapeza DEkh, liniią SS′ równoległą od Dh, na dwie części DhSS′ i SS′Ek, maiące się = m′:n′. To wykonamy sposobem §. 81.

Uwaga. Rozwiązanie zagadnienia 12*go* i 13*go* iest ogólne i niezależne od figury wielokąta. Zrozumiawszy dobrze teoryą i rozwiązanie wyłożonych dotąd zagadnień, potrafimy rozdzielić iakąkolwiek naynieforemnieyszą figurę na części żądane. Cała sztuka zawisła na przywiedzeniu zagadnienia, do rozdzielenia troykąta, trapeza, lub czworokąta. Rozwiązanie zagadnień 12*go* i 3*go* rzuca w tym względzie wielkie światło, i uczy sposobu przywiedzenia zadań trudnych do łatwieyszych.

87. *Zagadnienie* 14*te* (*fig.* 72). Maiąc powierzchnią ziemską zakończoną liniią krzywą AmnrpsqBC, ograniczyć ią liniią prostą, nie naruszaiąc iey wartości.

Poprowadźmy liniią AC i drugą liniią XY prostopadłą do AC. Wyrachuymy powierzchnie Amnr, rps, i sqBC. Gdyby było rps = Amnr + sqBC, liniia AC stanowiłaby granicę żądaną. Ale gdy *np.* Amnr + sqBC = rps + x, wtenczas trzeba rozdzielić x przez połowę AC, i otrzymawszy na iloraz y, odciąć wartość odpowiadaiącą y od A do h. Liniia hC będzie granicą żądaną, bo powierzchnia troykąta ACh = Amnr + sqBC—rps.

88. Mówiliśmy we wstępie, że plan mierniczy iakieykolwiek części powierzchni ziemskiey iest figurą podobną karcie mierniczey naturalney, to iest rzutowi poziomemu. Trzeba więc raz na zawsze pamiętać, że obrachowanie powierzchni ziemskiey, wyłożone w R : 5, daie wartość iey przywiedzioną do poziomu. Również dzieląc powierzchnią ziemską odrysowaną na planie mierniczym, właściwie dzielimy iey rzut poziomy.

W zdeymowaniu planów mierniczych, koniecznie musimy robić figurę podobną rzutowi poziomemu; bo inaczey, zdeymuiąc całkowite powierzchnie pła-

szczyzn, gór, spadzistości, wąwozów i t. p. po płaszczyznach do nich równoległych, rozmaicie do siebie nachylonych, i rysuiąc to wszystko na papierze, nie moglibyśmy złączyć całkowitego planu w iedną figurę płaską. Oprócz tego, doświadczenie uczy: że grunta leżące na płaszczyznach pochyłych do poziomu mniey wydaią plonu, od gruntów równych im co do powierzchni leżących na płaszczyźnie poziomey. Tak dalece: że biorąc średnią wartość, cena gruntu zależy właściwie od iego powierzchni przywiedzioney do poziomu.

Ale wartość gruntu może ieszcze tysiącznie odmieniać się, z położeniem mieysca i ze wpływem rozmaitych okoliczności. Stosowne ocenienie wartości gruntu potrzebuie osobnych doświadczeń i wiadomości; i nie powinno bydź obcém dla osób trudniących się praktycznem miernictwem. Ta rzecz nie może bydź przedmiotem ninieyszego pisma. Zważać zaś na nią istotnie należy, w ocenianiu wartości gruntów i w podziale maiątków na upodobane części.

ROZDZIAŁ VII.

Kopiiowanie planów na rozmaite skale.

89. Kopiia daney mappy może bydź równą, mnieyszą, albo też większą od oryginału. Używamy do kopiiowania sposobów mechanicznych, jeometrycznych, i narzędzi zwanych pantografem lub mikrografem. Sposoby mechaniczne, służące do robienia kopii z oryginału na tęż samę skalę, są następuiące.

Sposób pierwszy. Przykleiwszy papier czysty do gładkiey deski, położę na nim mappę, i końce iey przytwierdzę woskiem lub szpilkami do rogów papieru. Następnie będę przekalał delikatną igłą oryginał w zakrętach rzek, iezior, domów, lasów, gór i w innych ważnych punktach. Odjąwszy oryginał, przypatruiąc się iemu, nakreślę ołówkiem na kopii wszystkie znacznieysze mieysca, za pomocą przekłutych punktów, a resztę szczegółów odrysuię z oka.

Prędki ten sposób kopiiowania, zwany u Francuzów *calquer au piquoir*, ma tę niedogodność, że się psuie oryginał; i dla znaczney liczby pokłutych punktów na kopii, często chybia się w oznaczaniu ołówkiem mieysc, biorąc iedne punkta za drugie.

Drugi sposób mechaniczny kopiiowania, zawisł na pokryciu mappy cienkim papierem białym, i na kopiiowaniu wszystkich mieysc ołówkiem, przyłożywszy plan do okna, lub do tafli szklanney oprawioney w ramki i stoiącey na podstawku. Francuzi zowią ten sposób *calquer à la vitre.*

Sposób trzeci. Inaczey można wziąść arkusz papieru przeźroczystego woskowanego, lub pociągnionego oleykiem, i przytwierdzić go na oryginale. Potém, dostrzegłszy wyraźnie wszystkie mieysca mappy, należy rysować ich położenie na papierze przeźroczystym. Trzeba rysować na tey stronie papieru przeźroczystego, która nie była napuszczona woskiem lub oleykiem; bo tam lepiey się udaie rysunek tuszem i farbami.

Tak zrobiony ołówkiem rys kopii na papierze przeźroczystym naprowadzę farbami lub tuszem. Oprócz tego, mogę przenieść rysunek z papieru przeźroczystego na papier biały za pomocą przekłucia, lub szkła, albo też następuiącym sposobem. Utrę ołówek na drobny proszek, i cienką chustką posmaruię nim drugą stronę nierysowaną papieru przeźroczystego. Przykleiwszy czysty arkusz do deski, położę na nim papier przeźroczysty stroną pociągniętą ołów-

kiem, i końce przytwierdzę woskiem lub szpilkami. A ciągnąc cienkim, ale nie ostrym, sztyftem po mieyscach odrysowanych na papierze przeźroczystym, naznaczę ich położenie na papierze białym.

90. Chcąc skopiiować mały plan jeometrycznie, można go podzielić na troykąty i inne figury, naylepiey foremne, i wykreślić kopiią za pomocą cérkla, linii, węgielnicy i przenośnika. Tym sposobem potrafię zrobić kopiią mappy na skalę 1 lub $\frac{m}{n}$.

Kiedy stosunek powierzchni kopii do oryginału = m : n, trzeba przygotować skalę kopii. Maiąc cérkiel wystawiony na *fig.* 1, łatwo tak go urządzę, że iednemi nóżkami biorąc liniie oryginału, drugie dwie nóżki wierzchołkiem przeciwległe dadzą też odległości na kopii odmienione w stosunku żądanym.

Można zrobić skalę według stosunku powierzchni kopii do oryginału, redukuiąc liniie oryginału za pomocą troykątów podobnych. Tak *np.* kiedy powierzchnia oryginału ma bydź do powierzchni kopii = m : n, wtenczas kwadrat z boku oryginału do kwadratu z boku kopii = m : n. Pociągniymy liniią AC (*fig.* 73), i na niey odetniymy dwie części AD i DC maiące się = m : n. Zakreśliwszy półkole wynieśmy prostopadłą DB do AC, i poprowadźmy liniie AB i BC. Mamy: $\overline{AB}^2 : \overline{BC}^2 = m : n$. Stąd wynika, że iakakolwiek liniia A′B odcięta na boku AB lub na iego przedłużeniu, z liniią BC′ powstałą z prowadzenia równoległey A′C′ od AC, aż do zbieżenia się z kierunkiem boku BC, będą miały tę własność: że . . . . $\overline{A'B}^2 : \overline{C'B}^2 = m : n$. Odcinaiąc więc od B na kierunku linii BA, liniie oryginału, i z punktu odcięcia prowadząc równoległe od AC, aż do spotkania się z kierunkiem boku BC, odetniemy na nim od B aż do punktu przecięcia żądane liniie kopii.

W jeometryi można znaleźć wiele innych sposobów redukowania liniy oryginału na liniie kopii, stosownie do skali m : n.

91. *Sposób kopiiowania za pomocą kratek.*

(*Fig.* 74). Przykleiwszy gładko mappę do deski, ołówkiem opiszę ią prostokątem lub kwadratem ABCD. Potém rozdzielę boki AB i CD na części równe; podobnież rozdzielę na części równe boki BC i AD, naylepiey maiące taką wielkość iak poprzedzaiące. Połączywszy ołówkiem liniiami prostemi odpowiedne punkta podziałów boków AB, DC, i BC, AD, rozdzielę dany oryginał na prostokąty lub kwadraciki, stosownie do tego: iak podziały linii AB są nierówne lub równe podziałom linii BC. To maiąc, przygotuię skalę kopii, i na arkuszu kopii ołówkiem odrysuię figurę podobną siatce ABCD.

Zacząwszy od środka planu, oznaczę w kwadraciku abcd położenie punktu x, *np.* przez współprzystawy prostokątne xx′ i yx; z tych elementów wykreślę iego położenie w odpowiednym kwadraciku kopii, odmieniaiąc stosownie wielkość współprzystaw za pomocą skali. Podobnież porządkiem przeniosę wszystkie główne punkta mappy, a drobne szczegóły odrysuię z oka. Znaiomość jeometryi nastręczy, oprócz współprzystaw, mnóstwo innych sposobów oznaczania mieysca punktów w kwadracikach porysowanych na oryginale. Zawsze stosownie do danych elementów i skali, należy umieszczać punkta na kopii.

Niechcąc smarować oryginału rysunkiem siatki wystawioney na *figurze* 74, mogę pokryć oryginał papierem przeźroczystym, i na nim odrysować tę siatkę. Sposób kopiiowania będzie zupełnie tenże sam co i w pierwszym przypadku.

92. Wymienione sposoby jeometryczne używaią się tylko do kopiiowania mnieyszych figur. Kopiiowanie zaś większych planów mierniczych zaięłoby wiele czasu, i nayczęściey dałoby niedokładne wypadki. Dla tego to korzystniey uży-

waią się w tym celu szczególne narzędzia Pantograf i Mikrograf, których z kolei wyłożymy skład, teoryą i praktyczne użycie.

93. *Pantograf* wynalazł iezuita *Scheiner* professor w Ingolstadt, Gratz i w Rzymie, który urodził się w roku 1575, a umarł w 1650.

Narzędzie to składa się ze czterech prawideł EK, EF, AB, BD (*fig.* 75), z sobą złączonych, tak: że tworzą równoległobok lub kwadrat ukośny ABDE. Prawidła te można oddalać lub przybliżać, odmieniaiąc ciągle wielkość kątów A, B, D, E. Figury pochodzące z tey odmiany odległości, są zawsze równoległobokami. Prawidła robią się mosiężne albo drewniane. W punktach A, B, D, E, są nóżki w koło ruchome, oparte na kółkach także ruchomych. Narzędzie ustawione na gładkim stole na swoich nóżkach, bierze naywolniey rozmaite gatunki ruchu. Do ramienia AB, za pomocą klamry po niém wolnie się posuwaiącey, którą śrubką można przymocować, stosuie się sztyft wchodzący w otwór boczny klamry. Sztyft ten, pospolicie metalliczny, przystosowany iest do dużego płaskowalcowego kawałka ołowiu, który, za pomocą ostrzów w iego spodzie będących, wbiia się lekko w stół. Tak więc ruch narzędzia odbywa się około punktu P.

Na ramieniu EK, w odległości EK mnieyszey pospolicie od 2.ED, iest także stale przymocowana klamra. Do otworu będącego w iey boku wkłada się sztyft, w końcu cienki ale nie ostry, lecz gładko zaokrąglony. Ten podobnie się śrubką przytwierdza. Nareszcie trzecia klamra posuwa się wolnie po ramieniu EF, i może bydź śrubką do niego przymocowana w punkcie *np.* C. W boczny otwór tey klamry wkłada się sztyft mosiężny, maiący w dole otwór do umieszczenia ołówka, a w górze małe otwarte naczyńko, do którego kładą się ciężarki, chcąc żeby ołówek mocnieysze i wyraźnieysze kreślił rysy na papierze. Sztyft może bydź przymocowanym śrubką do klamerki, można iego

dowolnie spuszczać i podnosić. Ołówek powinien bydź naylepszego gatunku i dobrze ostrokręgowo zakończony.

Punkt podpory P, sztyft K i ołówek C, bydź powinny na iedney linii prostey. Przekonać się o tém można, przykładaiąc do nich gładką wyheblowaną liniią. Trzy te punkta raz ułożone w linii prostey, ciągle zachowuią podobne położenie; ruch nadany narzędziu nie sprowadza ich z linii prostey.

94. Nazwiymy (*fig.* 76) ilość stałą EA przez a, ilość stałą EK przez b, ilości zaś zmienne AC, AP, oznaczmy przez x i y.

Kiedy za obrotem pantografu około punktu P, liniia KPC weźmie iakiekolwiek położenie K′PC′, kąt KPK′ = CPC′; i KK′ : CC′ = PK : PC = n : m. Stąd wynika: że położywszy narzędzie na mappie, kiedy punkt K będę oprowadzał po rozmaitych liniiach mappy, ołówek C na białym papierze wykreśli figury podobne, których boki będą się miały do oryginału = PC : PK = m : n.

Z troykątów podobnych APC i ECK wynika:

$$\frac{AP}{EK} = \frac{CP}{CK} = \frac{m}{m+n} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad y = \frac{bm}{m+n}.$$

podobnież:

$$\frac{AC}{AE} = \frac{CP}{PK} = \frac{m}{n} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad x = \frac{am}{n}.$$

Kiedy chcemy żeby kopiia była równą oryginałowi, załóżmy.

$m = n$; będzie $x = a$ $\qquad y = \frac{b}{2}$

$m = \frac{1}{2}n$ daie $x = \frac{1}{2}a$ $\qquad y = \frac{1}{3}b$

$m = \frac{1}{3}n$ daie $x = \frac{1}{3}a$ $\qquad y = \frac{1}{4}b$

$m = \frac{1}{4}n$ daie $x = \frac{1}{4}a$ $\qquad y = \frac{1}{5}b$ i t. podobnie.

Jeżeli więc odetniemy AC = a, i naznaczymy ten punkt 1, i na ramieniu AB odetniemy AP = ½b i tenże punkt oznaczymy 1, to punkt podpory i ołó-

wek zgodzone odpowiednie z iednościami, nadadzą taką własność pantografowi, że kopiia robiona tém narzędziem nie będzie się różnić co do wielkości od oryginału.

Podobnież trzeba na ramieniu AF odciąć AC równe $\frac{1}{2}$a, $\frac{1}{3}$a, $\frac{1}{4}$a, $\frac{1}{5}$a . . . i te punkta oznaczyć przez $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ . . . , a na ramieniu AB odciąwszy AP równe $\frac{1}{3}$b, $\frac{1}{4}$b, $\frac{1}{5}$b, $\frac{1}{6}$b . . . oznaczyć także te punkta przez $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ . . . ; W tak urządzonym pantografie, zgodziwszy punkt podpory P *np.* z $\frac{1}{12}$, i ołówek z $\frac{1}{12}$, będę miał kopiią 12 razy mnieyszą od oryginału.

Przystosowawszy ołówek w K a sztyft zaokrąglony w C, i zgodziwszy *np.* sztyft z $\frac{1}{5}$, a punkt podpory także z $\frac{1}{5}$, będę miał kopiią rysowaną ołówkiem w K, pięć razy większą od oryginału. Ale tak urządzony pantograf nie daie dokładnych kopiy; na mnieyszą zaś skalę kopiia dobrze może bydź wykreśloną. Bo robiąc kopiią mnieyszą od oryginału, błędy roboty w kopii maleią.

Liczby umieszczane w wielu pantografach na ramionach AF i AB, często wyrażaią inne stosunki kopii do oryginału. Dla tego trzeba zawsze wyprobować narzędzie, żeby te stosunki dokładnie zrozumieć.

Z resztą można byłoby bez rachunku i bez liczb umieszczonych na ramionach, za pomocą doświadczenia, posuwaiąc punkt podpory i ołówek, żeby trzy punkta K, P, C, zawsze leżały na linii prostey, tak urządzić pantograf, żeby on dawał pewny żądany stosunek kopii do oryginału. W tym celu trzeba odrysować liniią prostą na papierze, ciągnąc po niey sztyft K, i uważać: iaką liniią kreśli ołówek. Następnie należy dopóty odmieniać położenie punktu podpory i ołówka, póki ołówek nie wykreśli linii będącey w żądanym stosunku z liniią po którey ciągnęliśmy sztyft K. Sposób ten używa się do wyprobowania podziałów ramion pantografu, i do sprawdzenia dobroci narzędzia.

95. Jeszcze możnaby było umieścić punkt podpory w C, ołówek w P, a

sztyft w K, kopiia będzie do oryginału = CP : CK = m : n. Ponieważ:

$$\frac{AC}{AE} = \frac{CP}{PK} \;\; \varrho. \;\; \frac{x}{a} = \frac{m}{n-m} \qquad \text{stąd} \;\; x = \frac{am}{n-m};$$

$$\text{podobnież:} \;\; \frac{AP}{EK} = \frac{CP}{CK} \;\; \ldots\ldots \;\; \text{przeto} \;\; y = \frac{bm}{n}.$$

Oczywista iest rzecz, że tu nie można zakładać $n = m$, ale założywszy

$m = \frac{1}{2}n$ będzie $y = \frac{1}{2}b$ $x = a$

$m = \frac{1}{3}n$ daie $y = \frac{1}{3}b$ $x = \frac{1}{2}a$

$m = \frac{1}{4}n$ daie $y = \frac{1}{4}b$ $x = \frac{1}{3}a$

$m = \frac{1}{5}n$ daie $y = \frac{1}{5}b$ $x = \frac{1}{4}a$ i t. d.

Gdybyśmy umieścili punkt podpory w C, ołówek w K, a sztyft w P, pantograf dawałby kopiią większą od oryginału, ale niedokładną.

Naydogodniey umieścić punkt podpory w P, sztyft w K, a ołówek w C.

96. Często się zdarza, że chcemy zrobić taką kopiią K oryginału O, żeby powierzchnia kopii K: do powierzchni oryginału O = p : q. Stąd kwadrat z boku oryginału B^2 do kwadratu z boku odpowiednego kopii $b^2 = p : q$.
A w pantografie będzie: $K : O = \overline{PC}^2 : \overline{PK}^2 = p : q$.

Ponieważ $\overline{AC}^2 : \overline{AE}^2 = \overline{PC}^2 : \overline{PK}^2 = p : q$; przeto: $AC = x = \frac{a\sqrt{p}}{\sqrt{q}}$.

Podobnież: $AP : EK = CP : CK$. Ażc $CP : PK = \sqrt{p} : \sqrt{q}$; przeto:

$$CP : CK = \sqrt{p} : (\sqrt{p} + \sqrt{q}) = AP : EK; \;\; \varrho. \;\; y : b = \sqrt{p} : (\sqrt{p} + \sqrt{q}); \;\; y = \frac{b\sqrt{p}}{\sqrt{p} + \sqrt{q}}.$$

Naznaczaiąc pewny liczbowy stosunek ilości p i q, łatwo znaleźć wartość na x i na y, kiedy powierzchnia kopii ma bydź równą, lub dwa, trzy, cztery i t. d. razy mnieysza od oryginału.

97. Teorya pantografu bardzo łatwym i prostym wyłożona tu sposobem, daleko piękniey analytycznie wyprowadzić się daie: można wyciągnąć zrównania

główne ruchu tego narzędzia, a z nich opisać rozmaite iego własności. Oprócz tu wymienionych prawideł, stosuiących się do kopiiowania i redukowania topograficznych planów, potrafilibyśmy podać sposób rysowania ellips, ciągnąc sztyft po linii prostey. Osoby ciekawe mogą się udadź w tym celu do dzieła *Puissana*, pod tytułem: *Recueil des propositions de Géometrie résolues par l'analyse.*

98. Kopiiowanie mappy za pomocą pantografu odbywa się następuiącym sposobem. Na gładkim stole przykleia się mappa i nad nią papier biały. Ustawia się tak narzędzie, żeby sztyft przebiegał punkta mappy, nie zsuwaiąc się ze stołu.

Często się zdarza, że pantograf za iednym obrotem nie ogarnie całey powierzchni mappy; wtenczas część się kopiiuie, a następnie odmienia się położenie narzędzia, dla kopiiowania reszty. Tu trzeba dadź takie drugie położenie narzędziu, żeby się liniie pierwey rysowane zgodziły z następnemi. Zręczność i doświadczenie w tym razie powinny towarzyszyć odbywaiącemu robotę.

99. *Mikrograf (fig. 77).* W roku 1788 *Letellier* Francuz wynalazł to narzędzie, i nazwał *Prosopographe.* Właściwsze iednak nazwisko iest mikrograf, bo ono używa się szczególniey do robienia kopiy mnieyszych od oryginału; lubo równe i większe kopiie od oryginału robić nim można, iednak nie z tak pomyślnym skutkiem iak pantografem. Mikrograf składa się ze czterech prawideł AC, AK, FP, PE, pospolicie drewnianych, spoionych z sobą w punktach A, B, P, D. Spaiać ie można albo za pomocą sztyfcików z główkami szrubowanemi, albo też mocnemi szpilkami, które z wierzchu przytwierdzaią się kawałkiem korka. Naylepiey iest podstawki sztyfcików A, B, D, robić z kulek szklannych; bo główki od szpilek, i inne kulki drewniane lub metalliczne, zostawuią plamę na papierze po którym były ciągnione. Ramię AK pospolicie

iest równe ramieniu AC. Punkt podpory umieszcza się w P albo C. Jest on podobnego składu iak w pantografie. Dla prostoty iednak można użyć sztyfta szrubowanego, albo zaostrzonego, żebyśmy go mogli dobrze przymocować do stołu. Sztyft (*calquoir*) zwyczaynie się umieszcza w K, a ołówek w P lub w C. Figura ABPD powinna bydź równoległobokiem, a trzy punkta C, P, K leżą w kierunku linii prostey.

100. Umieściwszy punkt podpory w C a ołówek w P, stosunek liniy kreślonych sztyftem K do rysowanych ołówkiem P wynayduie się następuiącym sposobem. W mikrografie mieysca sztyfta ołówka i punktu podpory są stałe. Długość linii $AK = AC = a$ iest także stateczną. Ale $AB = DP = x$, i $BP = AD = y$ są zmienne.

Liniia wykreślona sztyftem K: linii kreśloney ołówkiem $P = KC : PC = AC : BC = n : m$. Stąd: $am = (a - x)\, n$.

$am = an - xn$; $a(n - m) = xn$.

Podobnież $\dfrac{BP}{AK} = \dfrac{CP}{CK} = \dfrac{m}{n}$.

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{a(n-m)}{n} \\ y &= \frac{am}{n} \end{aligned}\right\}.$$

Założywszy $n = 2m$ będzie $x = \dfrac{a}{2}$ $y = \dfrac{a}{2}$

$n = 3m$ . . . . $x = \dfrac{2a}{3}$ $y = \dfrac{a}{3}$

$n = 4m$ . . . . $x = \dfrac{3a}{4}$ $y = \dfrac{a}{4}$

$n = 5m$ . . . . $x = \dfrac{4a}{5}$ $y = \dfrac{a}{5}$

$n = 6m$ . . . . $x = \dfrac{5a}{6}$ $y = \dfrac{a}{6}$ i t. d.

Łatwo postrzegamy: że umieściwszy sztyft w P a ołówek w K, będziemy mieli kopiie większe od oryginału.

101. Zdarza się że punkt podpory iest w P, ołówek w C, a sztyft w K. W tym razie liniia kreślona sztyftem na oryginale: linii kreślonej ołówkiem na kopii = KP : PC = n : m.

Ponieważ: $\frac{AB}{AC} = \frac{KP}{KC}$; albo: $\frac{x}{a} = \frac{n}{n+m}$, przeto: $\left\{\begin{array}{l} x = \frac{an}{m+n}. \\ y = \frac{am}{m+n}. \end{array}\right.$

Podobnież: $\frac{BP}{AK} = \frac{CP}{CK}$; albo: $\frac{y}{a} = \frac{m}{n+m}$, przeto:

Zakładaiąc $m = n$ mamy $x = \frac{a}{2}$ $y = \frac{a}{2}$

$n = 2m$ . . $x = \frac{2a}{3}$ $y = \frac{a}{3}$

$n = 3m$ . . $x = \frac{3a}{4}$ $y = \frac{a}{4}$

$n = 4m$ . . $x = \frac{4a}{5}$ $y = \frac{a}{5}$ i t. p.

102. Chcąc znaleźć rozmaite wartości na x i na y, dla otrzymania powierzchni kopii dwa, trzy i t. d. razy mnieyszey od oryginału, postąpić powinniśmy następuiącym sposobem.

Kiedy punkt podpory iest w P, ołówek w C, a sztyft w K, wtenczas powierzchnia kopii: powierzchni oryginału $= p : q = \overline{PC}^2 : \overline{PK}^2$.

Stąd: $PC : PK = \sqrt{p} : \sqrt{q}$.

$PC : KC = \sqrt{p} : (\sqrt{p} + \sqrt{q})$. $PK : KC = \sqrt{q} : (\sqrt{p} + \sqrt{q})$.

A że: $AB : AC = PK : KC$, i $PB : AK = PC : KC$;

przeto: $x : a = \sqrt{q} : (\sqrt{p} + \sqrt{q})$. $y : a = \sqrt{p} : (\sqrt{p} + \sqrt{q})$.

$$x = \frac{a\sqrt{q}}{\sqrt{p} + \sqrt{q}} \qquad y = \frac{a\sqrt{p}}{\sqrt{p} + \sqrt{q}}.$$

Powtóre: umieściwszy sztyft w K, ołówek w P, a punkt podpory w C, mamy: powierzchnia oryginału do pow. kopii $= q : p = \overline{KC}^2 : \overline{CP}^2$:

$$PC : KC = \sqrt{p} : \sqrt{q}. \quad KC : KP = \sqrt{q} : (\sqrt{q} - \sqrt{p}).$$

Mamy: $$BP : AK = PC : KC = \sqrt{p} : \sqrt{q}. \quad y = \frac{a\sqrt{p}}{\sqrt{q}}.$$

$$AB : AC = KP : KC = (\sqrt{q} - \sqrt{p}) : \sqrt{q}. \quad x = \frac{a(\sqrt{q} - \sqrt{p})}{\sqrt{q}}.$$

Łatwo iest podzielić ramiona AC i AK stosownie do otrzymanych wzorów, żebyśmy otrzymali żądany stosunek kopii do oryginału.

103. Dzieląc ramiona AB, DP i AD, BP według wzorów podanych *np.* w § 101, trzeba porobić w punktach podziałów dziurki, dla przytwierdzenia szrubami prawideł w punktach D i B. Na podziałach zapisuią się liczby, pokazuiące stosunek liniy lub powierzchni kopii do oryginału. Ramie EP powinno bydź krótsze od PF, iak to nam pokazuią wzory wyprowadzone. Dość iest zrobić BP nieco większe od połowy AK = AC = a; PF powinno bydź równém a.

Mikrograf używa się tymże samym sposobem do kopiiowania planów co i pantograf. Znaiąc użycie pantografu i teoryą mikrografu, łatwo bardzo iest używać tego ostatniego narzędzia. Starać się potrzeba, żeby narzędzie w czasie kopiiowania planu było równoległe do powierzchni stolika. Dla tego to prawidła AK, BP na wierzchu, a DP i ABC pod spodem są umieszczone. W tém ułożeniu mamy większą ilość sztyftu do kierowania, i narzędzie ma stalsze położenie.

Mikrograf łatwo może bydź zrobionym przez miernego artystę, nie drogo kosztuie, mało zaymuie mieysca, i do robienia mnieyszych planów używa się zamiast Pantografu. Równe i większe kopiie od oryginału iuż tak dokładnie Mikrografem iak Pantografem nie mogą bydź wykonane. Ale za to Pantograf wymaga wielkiey dokładności w robocie swoich części, drogo kosztuie,

potrzebuie obszernieyszego mieysca, i nie tak łatwo przenoszonym bydź może.

104. Kopiiuiąc rysunki architektoniczne którémkolwiek narzędziem, potrzeba głównieysze tylko liniie oznaczać, i równoległe rysować za pomocą dobrey linii. Chcąc robić kopiią równą oryginałowi, nayprościey i naypewniey iest kopiiować za pomocą przekłócia (*calquer au piquoir*). Ten sposób powszechnie iest używany od inżynierów i architektów.

Nakoniec kiedy chcemy zrobić bardzo małą kopiią oryginału, albo kiedy maiąc do kopiiowania wielką mappę, nie chcemy odmieniać często położenia narzędzia, wtenczas należy ramie AK wziąść daleko dłuższe od AC; i żeby się nie uginało, dać mu podporę ze sztyfta opartego na kulce szklanney. W tym razie można doświadczeniem przekonać się, ile liniie kopii są mnieysze od liniy oryginału.

RÓWNOWAŻENIE TOPOGRAFICZNE

(NIVELLEMENT TOPOGRAPHIQUE).

RÓWNOWAŻENIE TOPOGRAFICZNE.

ROZDZIAŁ I.

Zasady równoważenia.

Zasady równoważenia polegaią na prawach hydrostatyki i na poznaniu figury ziemi. Przytoczymy potrzebne w tym względzie wiadomości; odsyłaiąc po dowód wymienionych prawideł, do dzieł traktuiących o hydrostatyce i jeodezyi wyższey.

1. Ziemia obraca się ruchem dziennym wirowym iednostaynym od zachodu na wschód; i dla tego to morza i oceany oblewaiące iey ogromną powierzchnią, maią postać ellipsoidy obrótowey, wydętey pod równikiem, a spłaszczoney przy biegunach. Nazwawszy promień równika tey ellipsoidy przez a, a promień bieguna przez b, spłaszczenie $= \frac{a-b}{a} = \frac{1}{309}$.

Jeometrowie uważaią powierzchnią ellipsoidy obrótowey spokoynych morz kommunikuiących z sobą i oceanów za postać prawdziwą, iakąby miała ziemia, gdyby dla gwałtownych odmian, którym ulegała przez koleie wieków, nie została naieżona górami i poryta dołami. Wyobrażaiąc tę pierwotną powierzchnią ellipsoidy obrótowey rozciągniętą po całey ziemi, odnoszą do niey wysokość punktów ziemskich następuiącym sposobem.

2. Dla działania słońca i xiężyca powierzchnia oceanów wzdyma się i opada, tworząc wezbrania i opadania morza (*fluxus et refluxus maris*). Otoż dowiodł *Laplace* w mechanice niebieskiey: że powinniśmy uważać za prawdziwą iednostayną powierzchnią ellipsoidy obrótowey spokoynych morz i oceanów kommunikuiących z sobą, średnią wysokość ich wód, wyciągniętą w czasie porównań dnia z nocą, z wezbrania i opadania. Wypadek ten teoryi dotąd wszystkie potwierdziły doświadczenia. Taką to powierzchnią nazwano *poziomem prawdziwym* (niveau vrai). Wszystkie punkta i linie na niey poprowadzone są *zrównoważone* (sont de niveau). Linie prostopadłe do tey powierzchni, których kierunek, w każdym punkcie ziemi, wystawia cieżar wolnie zawieszony na nici, zowią się *wierzchołkowemi* (verticales). Służą one do brania odległości rozmaitych punktów ziemi, od powierzchni ellipsoidy obrótowey wziętey do porównania wysokości.

3. Odległość punktu A, brana na linii wierzchołkowey, od powierzchni ellipsoidy spokoynych morz kommunikuiących, nazywa się *wysokością bezwzględną* (hauteur absolue), ieżeli punkt A leży nad tąż powierzchnią. Kiedy zaś pada pod nią, to zowie się *zniżeniem bezwzględném* (dépression absolue). Podobnież oznaczaią się wysokości i zniżenia bezwzględne wszystkich punktów ziemskich. Różnica wyniesień bezwględnych dwóch lub ilukolwiek punktów stanowi ich *wysokość względną* (hauteur rélative).

Nauka obeymuiąca sposoby mierzenia wysokości bezwzględnych i względnych zowie się *równoważeniem* (nivellement). Jest ona istotnie potrzebną w plantowaniu dróg i sprowadzaniu wód z iednego mieysca na drugie.

4. Z poprzedzaiących uwag wynika: że cała massa wód oceanów i morz kommunikuiących z sobą, uważana w stanie spoczynku, tworzy iedną powierzchnią zrównoważoną; i naturalnie wystawia kształt iakiby miała ziemia, żeby

była płynną. Nayodleglcysze nawet morza, iak *np.* ocean indyyski i morze baltyckie, łączące się z sobą, muszą mieć powierzchnie zrównoważone. Ten wniosek wypada z teoryi równowagi płynów, i stwierdza się doświadczeniami.

Massy większe i mnieysze płynów spokoynych, nie łączących się z wodami oceanów, maią także powierzchnie podobne powierzchni wód oceanów. Wszystkie te powierzchnie podobne są zrównoważone (*sont de niveau*); punkta i liniie na nich leżące są także zrównoważone. Oczywista iest rzecz: że szukaiąc wysokości względnych dwóch lub ilukolwiek punktów, możemy ie odnieść, po liniiach wierzchołkowych, do samey powierzchni ellipsoidy morz spokoynych kommunikuiących z sobą, lub też do inney powierzchni icy podobney.

Powierzchnia mass wód odosobnionych, *np.* morza kaspiyskiego i wielu iezior, bywa wyższą albo niższą od powierzchni spokoyney wód oceanów. Pospolicie powierzchnia wód odosobnionych, z których płyną rzeki do morza, iest wyższą od powierzchni morz spokoynych. Rzadko się zdarza, żeby powierzchnia massy wód odosobnionych była niższą od powierzchni oceanów. Taki przypadek daie się postrzegać na stawie Laval-duc, leżącym blizko portu Bouc w departamencie Bouches-du Rhône. Powierzchnia iego około 12 metrów iest niższą od powierzchni morza.

5. W równoważeniu nazywamy *poziomem pozornym* (niveau apparent) płaszczyznę prostopadłą do linii wierzchołkowey iakiegokolwiek punktu ziemi, która w astronomii zowie się poziomem fizycznym. Liniie proste prowadzone po poziomie fizycznym, zwanym w równoważeniu poziomem pozornym, statecznie mianować będziemy *liniiami poziomu pozornego* (lignes de niveau apparent).

Hydrostatyka uczy: że powierzchnie płynów odosobnionych spokoynych wziętych w małey objętości, *np.* kilkunastu lub kilkudziesięciu cali, leżą na po-

ziomie pozornym. Liniie wskazane przedłużeniem tych powierzchni, pokazuią kierunek liniy poziomu pozornego, prostopadłych do liniy wierzchołkowych.

6. Równoważenie dzieli się na *jeodezyczne*, *topograficzne* i *barometryczne*. Pierwsze, wyciągaiące wyższych wiadomości i użycia doskonałych kątomierzy, głównie obeymuie sposoby mierzenia wysokości bezwzględnych i względnych dwóch *np.* mieysc A i B, znacznie od siebie odległych, *np.* na półmili, milę i t. d. W równoważeniu topograficznem szukamy różnicy wysokości punktów ziemskich, z których ieden przyległy drugiemu nie iest od niego odlegleyszy nad wiorstę. Równoważenie barometryczne podaie sposoby ocenienia wysokości bezwzględnych i względnych, punktów tak blizkich iako też i odległych, za pomocą barometru. Tu zastanowimy się nad samém równoważeniem topograficzném.

7. Narzędzia używane w równoważeniu, zwane *libellami* (niveaux), daią liniią poziomu pozornego. Ustawiwszy libellę w A, obserwuiemy wyniesienie pewnego punktu B, nad liniią poziomu pozornego mieysca A. Dla znalezienia więc wysokości względney punktów A i B, potrzeba wiedzieć wyniesienie poziomu pozornego punktu A nad poziom prawdziwy, tam, gdzie leży drugi przedmiot obserwowany B.

Zwyczaynie odległość punktów równoważonych nie iest znaczna; przeto łuk poziomu prawdziwego między niemi zawarty weźmiemy za kołowy.

(*Fig.* 1. *Tab. VI.*) Obserwuymy punkt B z A. Liniia poziomu pozornego iest ABB′, a liniia poziomu prawdziwego ADD′. W punkcie B wyniesienie poziomu pozornego nad prawdziwy = BD. Nazwiymy BD przez H, DC przez R, AB przez a.

$$\overline{AB}^2 = BH \times BD = DH \times BD.$$

czyli: $a^2 = 2RH$. $\qquad H = \frac{a^2}{2R}$ . . . . . (1).

W praktyce ilość AB naywięcey wynosi 1000 arszyn; przeto BH na taką odległość iest bardzo małe. Dla tego w pierwszem zrównaniu położyliśmy DH zamiast BH.

Wzór (1) łatwo iest ułożyć w tablicę. Na niewielką odległość, nie przechodzącą wiorsty, daie on dokładną wartość na H. W znacznieyszych odległościach byłby on iuż niedokładnym; bo wtenczas łuku AD niegodzi się brać za kulisty. Takie iednak przypadki nie wydarzaią się w równoważeniu topograficzném.

Weźmy za przykład $a = 450^{metrom}$, $R = 6366198^m$; wypadnie $H = 0^m,016$. Założywszy $a = 1000^m$, $H = 0^m,0785$.

8. Ustawiwszy libellę w punkcie A (*fig.* 2), wskazuiącą liniią poziomu pozornego OAO′, kiedy szukam wysokości względney przedmiotu umieszczonego w O, nad poziom prawdziwy BAf punktu A, powinienem po linii OAO′ celować do punktu O rzeczonego przedmiotu, szukać iego wyniesienia nad punkt O, i dorzucić OB rachowane ze wzoru (1). Ale dla refrakcyi pokazuiący się punkt O, iest obrazem niższego punktu o. W równoważeniu więc popełnię błąd Oo.

Dla wyrachowania skutku refrakcyi, potrzeba udać się do ogólnego na nią wzoru podanego w ieodezyi wyższey. Tam dowiedziono, że:

$$r'' = 0{,}08.\,C. \qquad\qquad C = ACB.$$

Wartość na r dana iest ze wzoru w sekundach. W praktyce dogodniey mieć ią w miarach podłużnych. Na ten koniec uważam że kąt $OAB = \frac{1}{2}C$; i że $OAB : OAo = OB : Oo$. Albo:

$$\tfrac{1}{2}C : r'' = H : x. \qquad\qquad x = 0{,}16.\,H. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Wzór (1) i (2) ułożono w tablicę. Daią one wprost, na pewną odległość AO, wyniesienie punktu O nad poziom prawdziwy i refrakcyą. Tak *np.* na

1200 metrów odległości, BO = 0,m1131, Oo = 0,m0181. Potrzeba więc wymierzyć odległość wierzchołka przedmiotu będącego w B od punktu o, który obserwatorowi będącemu w A pokazał się w O, i do niey dorzucić BO—Oo.

9. Trzeba unikać wpływu refrakcyi, równoważąc punkta zostaiące w niewielkiey od siebie odległości. Tak *np.* tablica i doświadczenie przekonało, że do pół-wiorsty odległości skutki refrakcyi są nieznaczne.

Jeszcze lepiey unikniemy skutków refrakcyi, osobliwie nadzwyczayney, która bywa daleko większa od zwyczayney, i nie daie się rachować, ustawiaiąc narzędzie w punkcie A, pośrednim między dwóma punktami równoważonemi B i B′. Biorąc odległości BA i B′A prawie równe i naywięcey wynoszące pół-wiorsty, kiedy różnica wysokości punktów B i B′ nie iest zbyt wielka, skutki refrakcyi Oo i O′o′ będą sobie równe. Dochodząc przez odciąganie różnicy wysokości względnych punktów B i B′, zniszczymy wpływ refrakcyi. Bo O′B′—OB = o′B′—oB = fB′.

W równoważeniu takie ustawienie narzędzia iest naykorzystnieysze.

ROZDZIAŁ II.

Opisanie składu i użycia narzędzi służących do równoważenia topograficznego.

---

10. Narzędzia używane w równoważeniu topograficzném dzielą się: na *libelle* (niveaux), wskazuiące liniią poziomu pozornego; i na *pochyłościomierze*

(éclimètres), któremi oznaczamy pochyłość do poziomu obserwowanych punktów. Trzy są rodzaie libell. 1ód są *libelle z wodą* (niveaux d'eau). 2re *libelle z ciężarem wiszącym na nici* v. *gruntwagi* (niveaux à perpendicule). 3cie libelle z rurką szklanną nalaną płynem, w którym iest kropla powietrza, lub zostawiona cząstka czczości, zwane *libellami z bułką* (niveaux à bulle). Każdey libelli wiele iest gatunków. My tu opiszemy ważnieysze.

11. Libella z wodą (*fig.* 3) składa się z rury blaszaney AB, którey końce zakrzywione są w kolanka AD i BE. Rura AB pospolicie składa się z kilku mnieyszych rurek, które śrubuią się razem, lub wkładaią szczelnie iedna w drugą. Rurki AD, BE, są otwarte, i do nich stosuią się szczelnie dwa walce szklanne HD, H′E, z obu stron otwarte. Całe narzędzie ustawia się za pomocą podstawka z trzema nogami, który stosuie się do czopa p umieszczonego w połowie rury AB. Podstawek ten podobny iest podstawkowi używanemu do podpierania stolika mierniczego.

Chcąc użyć libelli z wodą do równoważenia, naleię wody, naylepiey zafarbowaney, przez otwór iednego walca szklannego H. Woda przeydzie natychmiast do drugiego walca EH′. Wysokość iey powinna dochodzić $\frac{2}{3}$ wysokości walców.

Woda, układaiąc się do równowagi, podniesie się do równey wysokości w obu walcach, kiedy ich średnica iest taż sama. Inaczey bowiem kapillarność może wpłynąć na odmianę wysokości wody w obu walcach. Dla tego trzeba się starać, żeby ich średnica była iednostayna, i żeby rurki nie były nazbyt wązkie.

Powierzchnia wody w f i f′ iest cokolwiek wklęsła. Celuiąc przeto po linii poziomu pozornego ff′, należy uważać: żeby ona przechodziła po samych brzegach odcinków kulistych kończących powierzchnię wody.

Zawsze wypada przekonać się, azali bulka powietrza nie zakradła się w massę nalaney wody; bo w tym razie liniia ff′ nie będzie prostopadła do wierzchołkowey. To sprawdzenie narzędzia odbywa się, zatykaiąc iednę rurkę H, i stawiąc rurę AB pionowie. Powietrze, będące pomiędzy cząstkami wody, uydzie przez rurkę H′. Libella z wodą nie potrzebuie innego sprawdzenia.

Przenosząc narzędzie z iednego mieysca na drugie, trzeba zatykać otwór H, i trzymać ie pionowie. Starać się także należy, żeby w przenoszeniu nie wylewała się woda; bo w tym razie liniia celowana ff′, na rozmaitych punktach stawionego narzędzia, miałaby rozmaite położenie.

Inne mnieysze uwagi, stosuiące się do praktycznego użycia libelli z wodą, każdy łatwo dodać potrafi.

Niedogodności tey libelli są następuiące. 1ód. Liniia celowana ff′, nie zawsze ma toż samo położenie; bo trudno zaręczyć, czyśmy celowali po samych brzegach odcinków kulistych powierzchni wody. 2re. Narzędzie zwyczaynie iest ogromne, maiące do dwóch i trzech łokci długości, za powiewem mocnieyszego wiatru zaraz się chwieie. Dla tego powierzchnie wody f i f′ kołyszą się, i rozpoczętey pracy przez długi czas ciągnąć nie można, dopóki woda wahać się nie przestanie. 3cie. Często promienie słoneczne odbite od powierzchni rurki rażą oko, i nie dozwalaią celować. 4te. Odległość celowana nay-więcey dochodzi 80 łokci; nie można więc użyć libelli z wodą do wielkich równoważeń. W mnieyszych tylko równoważeniach dość dobrze zastępuie to narzędzie niedostatek doskonalszych.

Oprócz opisaney tu prostey libelli z wodą, są ieszcze inne doskonalsze iey gatunki. Takim iest libella z wodą i dyoptrą (*niveau d'eau à pinnules*), i libella z wodą i lunetą (*niveau d'eau à lunette*). My przepuszczamy oba te narzędzia; bo obszerniey zastanowimy się w §. 20. nad innèm doskonalszèm, któ-

remu zawsze należy dawać pierwszeństwo w ważnych równoważeniach topograficznych.

12. Celuiąc po linii poziomu pozornego (*fig.* 2) OAO′, ze stanowiska A do przedmiotów B i B′, trzeba w punktach B i B′ postawić pręty z podziałami, w kierunkach pionowych BO i B′O′, na których ocenimy liniie BO i B′O′ ódcięte z celowania.

Pręt z podziałami (la mire), używany w tym celu, składa się (*fig.* 4) z łaty suchey drewnianey XY, gładko wyheblowaney, maiącey do czterech łokci wysokości, i okutey żelazem w końcach X i Y. W połowie łaty znayduie się podłużne wyrznięcie, w którem wolnie chodzi włożony inny pręt drewniany zg, maiący połowę długości łaty. W iednym końcu pręta z przystosowana iest biała drewniana lub blaszana tarcza (*voyant*), maiąca we środku czarny cel z, a na drugim końcu iest kulka g, służąca do łatwieyszego posuwania pręta zg w wyrznięciu łaty. Sama łata powinna bydź podzielona na cale i drobnieysze części, z iednego boku z góry na dół, a z drugiego z dołu do góry. Takież podziały maią się znaydować na pręcie zy. Śrubką f pręt zy można w iakiémkolwiek mieyscu przymocować. Celuiąc do punktu z, dość wymierzyć na łacie wysokość brzegu dolnego tarczy ab, i niedodawać odległości celu od spodu tablicy. Bo w odciąganiu BO od B′O′ (*fig.* 2) błąd ten niknie.

Kiedy liniia celowana (*fig.* 2) OAO′ pada nad wierzchołkiem łaty X, (*fig.* 4), wtenczas wysunę nad nią pręt z tarczą. Jeżeli liniia celowana OAO′ przypada niżey połowy łaty XY, w tym przypadku przewrócę łatę, i koniec X postawię na ziemi.

W praktyce łatwo użyć opisane tu narzędzie. Jest iego kilka gatunków; *fig.* 4 wystawia dobrze skład ich ogólny. Całą różnicę stanowi rozmaity spo-

sób podziału, umieszczanie celu na tarczy i inne drobnostki, które każdy łatwo poymie, maiąc narzędzie przed okiem.

Starać się potrzeba w praktyce, ażeby człowiek ustawiaiący pręt z podziałami i tarczą, dawał mu położenie pionowe; i ieśli można, zapisywał w sexternie obserwowaną wysokość celu. Ustawimy pionowie pręt za pomocą nici z ciężarem (*fil à plomb*).

13. Libella z ciężarem wiszącym na nici, czyli *gruntwaga* (niveau à perpendicule), rozmaitego bywa składu. Ogólną iey postać wystawia *fig.* 5. Robi się ona z dwóch ramion gładko wyheblowanych równych, spoionych pod kątem prostym ABC, i opartych w punktach A i C na deszczułce mn, którey strona dolna powinna bydź równoległą do górney. W punkcie B przymocowana iest nitka, lub cienki drót, maiąca na drugim końcu zawieszoną kulkę metalliczną y. Oprócz tego, ramiona AB i BC spoione są deszczułką DE, równoległą do podstawy gruntwagi mn.

Kiedy nić z ciężarem dzieli kąt B na dwie równe części, wtenczas podstawa mn iest pozioma. W tém położeniu narzędzia robi się cienki podłużny rys w x, który podczas nachylania gruntwagi pokazuie, czy płaszczyzna na którey stawiamy narzędzie iest poziomą, lub nachyloną do poziomu.

Przekonamy się łatwo o dobroci narzędzia, stawiąc ie na gładkiey płaszczyznie, tak żeby nić z ciężarem przykryła rys x. Obróciwszy narzędzie azymutalnie na 180°, nić powinna statecznie zakrywać linią podłużną wyrzniętą w x. Albo też: kiedy w pierwszém położeniu nić z ciężarem odstępowała w lewo na kąt yBy′, to i w drugiém o tenże sam kąt powinna odeyść w prawo. Chcąc odbyć dokładnie to ostatnie sprawdzenie, potrzeba w DE umieścić łuk podzielony na części równe, tak żeby 0° przypadało w kierunku Bxy, a podziały

szły symetrycznie od 0° w prawą i lewą stronę. Tym sposobem urządzona gruntwaga służy i do mierzenia pochyłości płaszczyzn do poziomu.

14. *Libella z bulką* (niveau à bulle).

Libella ta składa się z rurki AB (*fig.* 6) napełnioney prawie zupełnie wodą, wyskokiem, lub eterem, i zasklepioney szczelnie w obu końcach. Część próżną rurki wypełnia powietrze. Jeszcze lepiey kiedy iest czczość w części rurki nienapełnioney płynem; bo bulka powietrza, za nagłem poruszeniem libelli, często rozdziela się na drobne buleczki, które częstokroć z trudnością w iedne bulkę złączyć się daią. Narzędzie nayczęściey oprawia się w wydrążony walec metalliczny, z wierzchu CD wyrznięty, żebyśmy mogli obserwować bieg bulki, nachylaiąc do poziomu samą rurkę.

Stosownie do praw ciężkości rozciek zaymuie nayniższą część rurki, a bulka naywyższą. Pochylaiąc rozmaicie do poziomu rurkę, bulka znaydować się będzie coraz w inszém mieyscu rurki. Z tych odmian położenia bulki, możemy sądzić o położeniu poziomém płaszczyzny na którey kładziemy libellę, i ocenić nachylenie iey do poziomu.

15. Kiedy rurka iest walcem maiącym za oś liniią prostą, kładąc ią na płaszczyźnie poziomey, środek bulki przypadnie w samym środku rurki, który pospolicie w libellach oznacza się zerem. Za nachyleniem płaszczyzny w iedne lub drugą stronę w kierunku długości rurki, bulka natychmiast póydzie w koniec walca, który iest naywyższym punktem w rurce. Ztąd taka libella może bydź użytą do przekonania się, czy płaszczyzna na którey ona leży iest poziomą; ale nie potrafimy z biegu bulki sądzić o pochyłości płaszczyzny do poziomu.

Dla zaradzenia tey nieprzyzwoitości, należy dać walcowi rurki za oś nie liniią prostą, ale łuk koła; na co się powszechnie zgodzono. Przecięcie walca

prostopadłe do osi będzie kołem DSD′ (*fig.* 7), a osią łuk koła NA′AS. Łuk ten powinien bydź bardzo wielkiego promienia. W tak urządzoney libelli, za pochyleniem płaszczyzny na którey ona leży do poziomu, środek bulki zaymie ten punkt rurki, gdzie styczna iest poziomą. A łuk przebieżony środkiem bulki, licząc od zera umieszczonego na środku rurki, iest miarą nachylenia płaszczyzny do poziomu.

16. Powierzchnia więc libelli z bulką powinna bydź pierścieniem walcowym, powstałym z posuwania się koła DSD′ swoim środkiem po okręgu łuku kołowego NS. W praktyce dokazuią tego artyści następuiącym sposobem. Wybieraią rurkę szklanną walcową, i wprowadzaiąc do iey wnętrza pręty metalliczne dopóty ią szlifuią, póki libella z niey urządzona nie pokaże dokładnie odmian pochyłości płaszczyzny do poziomu biegiem bulki. Odbywaiąc to doświadczenie, kładzie artysta libellę na gładkiey desce, którey długość iest znana, i którey ieden koniec podnosi się śrubą mikrometryczną, maiącą głowę z podziałami, żeby za każdym razem ocenił kąt nachylenia płaszczyzny do poziomu. Kiedy deska iest poziomą, środek bulki powinien bydź na samym środku; ten punkt oznacza zerem. Następnie daie śrubą pochyłość płaszczyźnie *np.* na 10″, 20″, 30″, 40″ i t. d., i uważa, czy środek bulki przechodzi od zera iednostayną liczbę podziałów. Dobrze urządzona libella powinna ściśle czynić zadość temu warunkowi. Nakoniec artysta dzieli od zera w iednę i drugą stronę libellę na iednostayną liczbę części równych, z których każda iest iedną liniią, lub iednym millimetrem, albo ułamkiem tych iedności, i odpowiada 1″, 2″, albo też i więcey sekundom; co zwyczaynie zapisuie artysta na boku libelli (*).

(*) Chcąc się przekonać o dobroci libelli, i razem dokładnie wiedzieć, ile wyraża sekund naymnieyszy iey podział, potrzeba ią zawiesić równolegle do pła-

17. Im mnieysza iest bulka, tém ruch iey iest leniwszy; co oprócz nierówności i chropowatości rurki, naywięcey zależy od attrakcyi włosowey (*attraction capillaire*). Fenomena iey daią się oczywiście postrzegać na końcach zaokrąglonych bulki. Naylepiey więc będzie, dla usunienia wpływu kapillarności i dla nadania większey czułości libelli, użyć znaczney bulki.

---

szczyzny koła powtarzaiącego, ustawionego dokładnie na płaszczyźnie wierzchołkowey. Lunetę ruchomą postawię na 0^{0}, $0'$, $0''$, nogę trzecią zgodzę z płaszczyzną wierzchołkową koła, i umieszczę punkt ziemski odległy z wiorstę na przecięciu nici mikrometru. Potém śrubką poruszaiącą samą libellę wpędzę bulkę w koniec rurki; tak iednak żeby nie dotknęła szkła. Z kolei śrubą trzeciey nogi narzędzia przeprowadzę bulkę w drugi koniec libelli. Tym sposobem punkt obserwowany zeydzie z nici poziomey lunety. Posuwaiąc więc lunetę śrubą mikrometryczną, żeby znowu punkt przedmiotu zgodzić z nicią poziomą, i rachuiąc łuk przebieżony od zera na brzegu koła, oznaczę liczbę sekund wyrażaiącą wartość podziałów libelli przebieżonych bulką. Stąd łatwo znaydę ieden podział libelli. Powtarzaiąc starannie to doświadczenie wiele razy, przekonam się o dobroci libelli, i wyrachuię ściśle wiele waży sekund ieden iey podział.

Sposób tu opisany lepiey służy do wyprobowania libelli, aniżeli sposób używany od artystów. W ważnych obserwacyach nie godzi się polegać na dobroci niesprawdzaney libelli, i na wartości iey podziału wypisaney przez artystę. Sama oprawa libelli, przyciskaiąc rurkę, może odmienić cokolwiek iey figurę, i wpłynąć na odmianę wartości podziałów.

Uwaga. Nie od rzeczy tu będzie namienić, jakim sposobem rachuie się długość promienia do którego należy łuk NAS (*fig.* 7.) Wiemy że promień wykrzywiony na łuk znaczy $57^{0}.\ 17'.\ 44'',8.$ czyli $206264'',8$. Założywszy ieden podział libelli $= 1'' = 3$ millimetrom, otrzymamy:

$$CA = 3 \times 206264{,}8 = 618^{m}{,}7944.$$

Bo $\quad 1'' : 206264'',8 = 0^{m},003 : 618^{m},7944.$

3o

Kiedy libella leży na płaszczyźnie poziomey, środek bulki odpowiadaiący naywyższemu punktowi rurki powinien odpowiadać zeru. Za pochyleniem płaszczyzny, liczba podziałów libelli przebieżona środkiem bulki pokazuie iey nachylenie do poziomu. Ocenia się punkt rurki odpowiadaiący środkowi bulki, biorąc średnią wartość odpowiadaiącą obu końcom bulki. Tak *np.* kiedy ieden koniec bulki odpowiada liczbie podziałów G, a drugi D, i gdy $D > G$, środek odpowi: $\frac{D-G}{2}$.

Dla trwałości pospolicie oprawuią artyści libellę w mosiądz. Podstawa oprawy powinna bydź tak urządzona, że położywszy libellę na płaszczyźnie poziomey, środek bulki w rurce powinien odpowiadać zeru.

18. Libella dobrze urządzona i oprawiona w metal, położona na desce poziomey, powinna środkiem bulki odpowiadać zeru. Podniosłszy śrubą koniec deski leżący ze strony prawey obserwatora na kąt x, prawy koniec bulki, odpowiadaiący pierwiey podziałom P, pokaże podziałów $P+x$, a lewy $P-x$. Następnie, kiedy śrubką przystosowaną do oprawy libelli, i poruszaiącą *np.* iey koniec prawy, podniosę tenże sam koniec na kąt y, koniec prawy bulki odpowi liczbie podziałów $P+x+y$, a lewy $P-x-y$. Dawszy położenie libelli w brew przeciwne, koniec bulki prawy, który był pierwiey lewym, zgodzi się z liczbą podziałów $P+x-y$, a lewy z $P-x+y$. Stąd w pierwszém doświadczeniu mamy dwa zrównania:

$$P+x+y=p', \qquad P-x-y=l'.$$ W drugiém zaś:

$$P+x-y=p'', \qquad P-x+y=l''.$$

Stąd: $y=\frac{1}{2}(p'-p'')=\frac{1}{2}(l''-l')$; $x=\frac{1}{2}(p'-l'')=\frac{1}{2}(p''-l')$ . . . (a).

Te zrównania uczą: 1*òd.* Odciągaiąc liczbę podziałów wskazanych w powtórném doświadczeniu prawą stroną bulki, od liczby podziałów wskazaney

w pierwszém, otrzymamy podwóyną pochyłość rurki do podstawy libelli. 2*re.* Odciągaiąc liczbę podziałów wskazaną w pierwszém doświadczeniu lewą stroną bułki, od liczby podziałów wskazaney w drugiém, otrzymamy także podwóyną pochyłość rurki. Kiedy otrzymana wartość na y iest dodatną, koniec rurki odpowiedny prawey stronie libelli iest wyższym; i wzaiemnie. Kiedy zaś $y=0$, oprawa libelli dobrze iest urządzona.

3*cie.* Odciągaiąc od liczby podziałów wskazaney w pierwszém doświadczeniu prawą stroną bulki, liczbę podziałów wskazaną w powtórném doświadczeniu stroną lewą, znaydziemy podwóyną pochyłość płaszczyzny na którey leży libella. 4*te.* Odciągaiąc od liczby podziałów wskazaney w doświadczeniu drugiem prawą stroną bulki, liczbę podziałów wskazanych w pierwszém doświadczeniu stroną lewą, wyrachuiemy także podwóyną pochyłość płaszczyzny. Gdy x wypadnie ze znakiem dodatnym, koniec płaszczyzny odpowiedny prawey stronie rurki iest wyższym; i wzaiemnie. Kiedy $x=0$, płaszczyzna iest poziomą.

Łatwo zastosuiemy cztéry prawa do libelli zawieszoney na kruczkach.

19. Widzieliśmy w §. 18, że chcąc otrzymać pochyłość do poziomu płaszczyzny, na którey leży libella, lub też osi na którey libella wisi na kruczkach, nie koniecznie tak trzeba urządzać podstawę oprawy libelli lub długość kruczków, żeby kładąc lub zawieszaiąc libellę na płaszczyźnie poziomey, środek bulki odpowiedział zeru. Chcąc iednak uczynić zadość temu warunkowi, potrzeba położyć libellę na gładkiey desce, raz iedną stroną, drugi raz drugą wbrew przeciwną pierwszey, i obserwować ieden koniec *np.* prawy bulki. Kiedy w obu doświadczeniach koniec prawy bulki odpowi iednemuż podziałowi, oprawa iest dobrze urządzona. Kiedy zaś w drugiém doświadczeniu koniec prawy bulki uydzie liczbę podziałów f, potrzeba śrubką tak poruszyć oprawę, żeby koniec

bulki doprowadzić do połowy przebieżoney odległości. Wypada to doświadczenie powtórzyć starannie kilka lub kilkanaście razy. Tak urządzona libella raz położona na płaszczyźnie, wskaże iey pochyłość do poziomu. Zawsze iednak pewniey doydziemy pochyłość płaszczyzny obracaiąc libellę.

Opisane tu sprawdzenie libelli kładzioney na płaszczyźnie, łatwo daie się zastosować do wyprobowania libelli zawieszaney na kruczkach. Zdarza się atoli, że pręt walcowy, na którym zawieszamy libellę, nie ma w obu końcach równey grubości. Można byłoby się o tém przekonać za pomocą libelli; ale łatwieysze na to są mechaniczne sposoby. Po wyśledzeniu nierówności, potrzeba delikatnie spiłować koniec grubszy, i zupełnie zrównać go z cieńszym (*).

(*) Kiedy obserwuiemy odległości zenitalne kołem powtarzaiącém, w którém libella wisi na kruczkach równolegle do iego powierzchni, naylepiey za każdą obserwacyą zgodzić środek bulki z zerem, za pomocą śrubki poruszaiącey samo koło. Ale gdy libella umieszczona iest stale na osi narzędzia, wtenczas potrzeba byłoby zgadzać za każdym razem śrubą będącą w nodze narzędzia, przez co psułaby się wierzchołkowość osi, i wieleby czasu na próżno ginęło. W takim więc razie nayprędzey odbywaią się obserwacye, czytaiąc pochyłość libelli w każdey obserwacyi, i poprawiaiąc stosownie obserwowane odległości zenitalne. Wzór (a) daiący wartość na x bardzo dobrze posłuży w tym celu; a przytoczony przykład objaśni nam to działanie w praktyce.

I tak *np.* pozwolmy żeśmy brali dziesięć odległości zenitalnych kołem powtarzaiącém z libellą stałą, i zapisywali w każdey obserwacyi liczbę podziałów rurki odpowiadaiącą prawemu i lewemu końcowi bulki. Dla ustalenia wyobrażeń, koniec bulki zwrócony do przedmiotu obserwowanego nazwiymy prawym, a do obserwatora lewym.

20. *Libella z lunetą* (niveau à lunette) rozmaitego bywa składu; opiszemy tu naydoskonalsze w tym rodzaiu narzędzie, sprowadzone od P. *Ertela* z Münich dla gabinetu ieodezycznego wileńskiego. Patrząc na nie okiem znawcy, słusznie należy mu przyznać pierwszeństwo, dla prostoty i doskonałości teory-

Liczba obserwacyy	Łuk przebieżony na kole	*Bieg bulki.* Przedmiot... − Obserwator +		Obserwator + Przedmiot −	
1	0°	52	−3.	52	−3.
2		49		55	
3		51	−1.	53	−1,5.
4		50		54,5	
5		51	−1.	54	−1.
6		50		55	
7		51	−2.	54	−2.
8		49		56	
9		50	−1.	55	−1.
10	365o.	49		56	
	Summa =		− 8.		− 8,5.

Oczywista iest rzecz: że gdy strona libelli zwrócona do przedmiotu iest wyższą, wtenczas pochyłość osi mierzona pochyłością libelli odeymie się od odległości zenitalnych obserwowanych. Tu *np.* pochyłość osi wyciągnięta z obu końców bulki wynosi podziałów −0,825. Kiedy ieden podział libelli znaczy *np.* 2″, wtenczas odległość zenitalna prawdziwa będzie równa obserwowaney − 1″,65. OZ prawdziwa = 36°. 30′ − 1″,65 = 36°. 29′. 58″35.

Zrozumiawszy ten przykład, łatwo potrafimy doradzić sobie w każdém zdarzeniu.

Uwaga. Dla pośpiechu w obserwacyi, można niezgadzać za każdym razem libelli równolegley do powierzchni koła powtarzaiącego, kiedy ona nie na osi ale na kruczkach iest zawieszoną. Zdaie mi się iednak, że w tym sposobie postępowania trzeba bydź bardzo pewnym dobroci libelli, i ściśle poznać wartość iey podziału; co nie iest tak łatwą rzeczą, iak się na pozór zdaie. I dla tego radziłbym lepiey zgadzać zupełnie tę libellę, za pomocą śrubki mikrometryczney poruszaiącey samo koło. W kołach nawet z libellą stałą (*à niveau fixe*), gdzie koniecznie udać się należy do czytania podziałów libelli, bardzo wiele zależy dobroć obserwacyy od wykonania narzędzia przez artystę. Libella stała służy tu do sprawdzenia wierzchołkowości osi obrotu narzędzia, którey położenie oczywiście wpływa na liniią wierzchołkową koła, do którey odnosimy obserwowane odległości zenitalne. Łatwo iednak wyobrażamy sobie, że za obrotem narzędzia

czney składu całey machiny, i wybornego wykończenia przez artystę każdey składaiącey ią części. U nas życzyćby należało upowszechnienia tego narzędzia; obeznawszy się z niém dobrze, potrafimy użyć i sprawdzić każdą libellę z lunetą, i ocenimy iey zalety i niedogodności.

Libella z lunetą (*fig*. 8) składa się z tróynoga ABC, maiącego w wierzchu trzy śruby d, d′, d″, i iednę we środku D, podobnego zupełnie troynogowi służącemu do podpierania stolika. Na głowach śrub d, d′, d″, kładzie się tafla

---

na 180°, *np.* w drugiey obserwacyi, oś może zachować toż samo co i pierwey położenie, a koło może się cokolwiek poruszyć, kiedy śruba utrzymuiąca ie nie dobrze przytwierdza, iuż to z przyczyny złego iey wykonania, albo zużywania, iuż to ze złego przyciśnienia. Takiego błędu nie odkryie libella stała. Artyści francuzcy, którzy teraz robią koła, zwrócili na to uwagę, i daią mocne szczypczyki ze śrubą do utwierdzania koła; nic tu iednak dostatécznie nie zaspakaia niepewności obserwatora staraiącego się iak nayściśley odbyć swoie obserwacye. Lepiey, iak się zdaie, robią *Reichenbach* i *Ertel* artyści w Münich, którzy daią dwie libelle równoległe do powierzchni koła; iednę umieszczaią stale na osi, a drugą zawieszaią na kruczkach równolegle do iego powierzchni. Pierwszą więc raz zgodziwszy, nie potrzeba daley zgadzać; drugą zaś należy za każdą obserwacyą zgadzać śrubką mikrometryczną poruszaiącą samo koło.

Oznaczaiąc szerokość jeograficzną mieysca za pomocą koła powtarzaiącego z iedną libellą stałą równoległą do iego powierzchni i osadzoną na osi, pierwszego dnia poprawiamy odległości zenitalne obserwowane pochyłością osi. W następnym dniu obserwacyi potrzeba się starać o nadanie teyże samey pochyłości osi w stronę przeciwną. Tym sposobem poprawka odległości zenitalnych w dniu drugim, zależąca od pochyłości osi, będzie ze znakiem przeciwnym; a średnia wartość odległości zenitalnych obserwowanych w obu dniach, nie będzie zależała od pochyłości osi i od niepewności podziałów libelli. Prawidło to należy zachować i w dniach następnych. Ta ostróżność bardzo wpłynie na dokładność szukanego wypadku.

mosiężna EE′, maiąca we środku kulę z matrą, która stosuie się śrubą D do troynoga. Tym sposobem tafla mosiężna EE′, i całe narzędzie nad nią będące, może prędko nachylać się do poziomu, póki tafla EE′ nie leży na głowach śrub d, d′, d″; kiedy zaś na nich spoczywa, wtenczas śrubami d, d′, d″, upoziomuiemy taflę EE′. Tafla EE′, z całem nad nią będącym apparatem, może obracać się prędko azymutalnie, póki śrubą D nie przytwierdzimy iey mocno do troynoga.

Do środka tafli EE′ zastosowany iest prostopadle walec metalliczny FF′, a prostopadle do iego osi przytwierdzony iest pręt GG′. W końcach pręta GG′ są podstawki H, H′, do których stale przymocowano rynienkę JJ′. Koniec rynienki J można podnieść lub zniżyć śrubą K; a drugi koniec J′, wraz z podstawkiem H′, posuwa się poziomie śrubkami m, m′.

Wnętrze rynienki JJ′ iest wydrążonym walcem; końce J, J′, cokolwiek wyższe od samego środka rynienki, naydokładniey są wyrobione walcowo. Luneta LL′ wkłada się do rynienki, i opiera się na końcach J, J′, wnętrz walcowych. Część rury lunety L^{II} L^{III} iest doskonałym walcem, zupełnie przystaiącym do końców rynienki J, J′, Szkło okowe umieszczone w rurce LL^{IV}, wsuwa się dowolnie z tąż rurką do rury L^{IV} L^{III}, i w pewnym punkcie może bydź stale przytwierdzone śrubkami n, n′. Mikrometr lunety można dowolnie odciągać śrubkami o, o′; też śrubki służą do posuwania nitek mikrometru w górę, na dół i na boki.

Na lunecie stawi się libella PP′, oprawna w mosiądz, i zamyka się klamerkami q, q′. Stosownie do osi walca rurki libelli, można urządzać iey oprawę śrubkami r, r′.

21. Libella z lunetą ustawia się i sprawdza następuiącym sposobem. Umieszcza się na gruntowney posadzie troynog ABC; tak żeby wierzch na nim be-

dącey tafli, w którą wchodzą śruby d, d′, d″, był poziomy, tyle przynaymniey, ile z oka sądzić możemy. Na śrubach d, d′, d″, kładzie się tafla EE′, z całą machiną nad nią będącą, i poziomuie z oka. Następnie należy się przekonać, czy oś optyczna lunety iest osią walca. W tym celu zwrócę lunetę na punkt ziemski A, odległy z wiorstę, i umieszczę go na przecięciu nici. Potém będę powoli obracał w koło lunetę w łożach J, J′, i obserwował: czy punkt A nie schodzi z przecięcia nici. Jeżeli tak iest, oś optyczna lunety iest osią walca; kiedy zaś punkt A schodzi z przecięcia nici, wtenczas stosownie trzeba dopóty posuwać mikrometr śrubkami o, o′, póki nie uczynię zadość żądanemu warunkowi.

Powtóre. Trzeba tak urządzić libellę PP′, żeby umieściwszy środek iey bulki we środku rurki, oś optyczna lunety była pozioma. Na ten koniec śrubami d, d′, d″, dokładnie upoziomuię libellę. Potém postawię ią na lunecie stronami wbrew przeciwnemi. Jeżeli środek bulki nie zszedł ze środka libelli, żądany warunek ma mieysce. Kiedy zaś środek bulki zszedł o liczbę podziałów p, trzeba go doprowadzić do środka libelli, działaiąc po połowie śrubkami libelli r, r′, i śrubą K. To działanie dopóty będę powtarzał, póki nayściśley nie otrzymam pożądanego wypadku.

Potrzecie. Urządziwszy oś optyczną lunety i libellę, łatwo upoziomuię taflę EE′. W tym celu ustawię tak lunetę, żeby iedna śruba d była na iey kierunku, a drugie dwie d′, d″, były do niego prostopadłe. Śrubą d upoziomuię libellę; potém postawię lunetę w kierunku dwóch śrub d′, d″, i znowu ią upoziomuię. Tę robotę dopóty będę powtarzał, póki libella w każdém położeniu lunety nie będzie pozioma. Zasada tego sprawdzenia polega na równoległości osi optyczney lunety od płaszczyzny tafli EE′.

Przytwierdziwszy śrubą taflę EE′ do tróynoga, mogę lunetę z libellą obra-

cać prędko azymutalnie, około osi obrotu będącey w walcu metallicznym FF′; a nadam ruch powolny azymutalny śrubą mikrometryczną Z. Artysta zawsze stara się, żeby oś obrotu FF′ była prostopadłą do powierzchni tafli EE′.

Starać się należy, żeby nitki mikrometru były cienkie, równe i do siebie prostopadłe. Te właśnie zalety ma mikrometr w libelli z lunetą P. *Ertela.*

22. Chcąc użyć do równoważenia topograficznego libelli z lunetą, ustawię narzędzie w punkcie A na posadzie stałey, i naydokładniey odbędę wyżey wymienione sprawdzenia. Upoziomowawszy libellę śrubami d, d′ d″, wyceluię lunetę do prętów z tarczą, ustawionych pionowie w punktach B, C, D. Wszystkie liniie celowane osią optyczną lunety leżą na iedney płaszczyźnie poziomu pozornego. Pozostanie więc oznaczyć w punktach obserwowanych wysokość celu.

23. Używaią się ieszcze w równoważeniu narzędzia służące do mierzenia pochyłości rozmaitych mieysc do poziomu fizycznego. Zowią ie po francuzku *niveaux de pente ou éclimètres*, my ie *pochyłościomierzami* nazwiemy.

Nayprostszy pochyłościomierz składa się z gruntwagi ABC (*fig.* 9), osadzoney na troynogu, lub też na iedney nodze, tak iak węgielnica, i maiącey dyoptrę zastosowaną do podstawy AB. Sama podstawa AB iest podzielona na części od zera umieszczonego w D. Części te zależą od wielkości linii CD, dzieloney na 1000 części równych.

Inaczey, i daleko dogodniey, stosuie się do pochyłościomierza łuk oDq (*fig.* 10), podzielony na stopnie i maiący środek w C.

Pochyłościomierz z nicią z ciężarem (*éclimètre à perpendicule*) następuiącym sposobem używa się do wymiaru wysokości. Założmy sobie wymierzyć (*fig.* 9) nachylenie linii Dp do poziomu pozornego Do. W tym celu pochyłościomierz ustawia się na swoiey nodze wbitey pionowie w D, i celuie się po

linii AB do punktu p. Kąt pDo = fDA = DCx. Stąd: 90°—DCx = 90°—pDo = odległości od zenitu punktu p. Dla wymierzenia więc odległości zenitalney, potrzeba umieścić 90° w D, a inne stopnie napisać w porządku wskazanym na *fig*. 10. Kiedy zaś dzielimy liniią CD na części 1000, i te części odcinamy od punktu D na linii AB, wtenczas nić wierzchołkowa odcina na linii AB (*fig*. 9) liniią De, styczną kąta DCe = pDo. Dogodniey mierzyć odległości zenitalne, bo one ciągle są dodatne. Wysokości zaś maią znak dodatny, kiedy leżą nad poziomem, a odjemny gdy przypadaią pod poziomem. Nadto daleko prościey i prędzey rachuie się wypadek, gdy otrzymuiemy nie styczne ale sam kąt szukany. Przekładać więc należy pochyłościomierz z łukiem (*fig*. 10), nad pochyłościomierz (*fig*. 9) z liniią AB podzieloną na części.

Chcąc sprawdzić pochyłościomierz (*fig*. 9 i 10), należy go postawić na gładkiey desce, i uważać: ile podziałów, *np*. w stronę prawą obserwatora, przeszła nić z cieżarem na linii AB, lub też na łuku oDq. Potém postawiwszy narzędzie stronami wbrew przeciwnemi, powinienem zobaczyć: czy znowu nić z cieżarem uszła w prawo też samę liczbę podziałów. To będzie dowodem dobrego wykonania narzędzia. Pamiętać potrzeba, że wymienioną tu probę należy odbyć kilkakrotnie, nachylaiąc rozmaicie deskę do poziomu.

24. Kątomierz opisany w §. 27. (*fig*. 21. *T*. 2) i inne iemu podobne, maiące łuk koła wierzchołkowego z podziałami do brania wysokości, są wybornemi pochyłościomierzami; bo za pomocą ich ocenimy dokładnie podniesienie nad poziom lub zniżenie obserwowanych punktów. Elementa te oznaczaią się przez przybliżenie za pomocą pochyłościomierzy (*fig*. 9 i 10). Ale właśnie te ostatnie narzędzia używaią się tylko do bardzo blizkich przedmiotów, gdzie dość poznać przez grubę przybliżenie wartość kąta pochyłości.

Pochyłościomierzy iest wiele gatunków; niektóre są bardzo wydoskonalone,

iak *np*, pochyłościomierz P. *Chézy*. Nie daliśmy tu ich opisania, bo u nas nigdzie nie zdarzy się z niemi spotkać. Zresztą, natrafiwszy na iakiś pochyłościomierz, nie trudno poznać iego skład, użycie i dobroć.

ROZDZIAŁ III.

Zastosowanie opisanych narzędzi do praktycznego równoważenia.

---

25. Nazywamy *równoważeniem prostém* (nivellement simple) ten przypadek, gdy różnicę wysokości względnych dwóch punktów A i B ocenić możemy od razu, stawiąc libellę w punkcie A lub B, albo też pomiędzy tymi punktami. Kiedy zaś punkta A i B są ieden z drugiego niewidziane, lub gdy dla nierówności ziemi przeyść potrzeba przez wiele równoważeń prostych, ażeby otrzymać różnicę ich wysokości względnych, takowy przypadek stanowi *równoważenie złożone* (nivellement composé).

26. *Opisanie równoważenia prostego.*

Maiąc dane do równoważenia dwa punkta A i B (*fig.* 11), pomiędzy któremi można ustawić libellę D *np.* w C, urządziwszy dobrze narzędzie, należy celować do prętów z tarczą trzymanych pionowie w A i B. A...Ax—By da wyniesienie punktu B nad poziom A. Bo w odciąganiu znosi się błąd refrakcyi i różnicy poziomów, kiedy libellę ustawiono w równey odległości od A i B.

W tym sposobie można umieścić narzędzie z boku linii AB; to nic nie wpływa na odmianę dobroci wypadku.

Lecz gdy ze stanowiska A obserwuię wprost pręt pionowy w B (*fig.* 12); wtenczas nazwawszy $B'y = h$, $b'b$ czyli podniesienie punktu b dla refrakcyi przez r, i uczyniwszy $Bb = \beta$, $AD = \alpha$, mam różnicę wysokości względnych punktów A i $B = B'b' - Bb' = AD + B'y - Bb - bb' = \alpha + h - \beta - r = \alpha - \beta + (h - r)$.

Wartość otrzymana z rozwiązywania liczebnego tego wzoru kiedy ma znak dodatny, wtenczas punkt B iest wyższy od punktu A; kiedy zaś ma znak odjemny, to punkt A iest wyższy od B.

Kiedy odległość AB iest mnieysza od pół wiorsty, można zaniedbać h i r, a wziąść $x = \alpha - \beta$. Strzedz się tylko należy nadzwyczayney refrakcyi.

Przykład. Załóżmy $\alpha = 1,5$, precikowi $\beta = 1^p,2$, a odległość $AB' =$ półtorey wiorsty. Wzory (1) i (2) podane w R. 1szym, albo tablica umyślnie ułożona, dadzą: $h - r = 0^p,2$. Stąd: $x = 1^p,5 - 1^p,2 + 0^p,3 = 0^p,6$.

W tym razie punkt B iest wyższy od A o $0^p,6$.

27. Ustawiwszy narzędzie w B (*fig.* 13), w celu równoważenia dwóch punktów X i Y, i dla odrysowania profilu ziemi rozmaicie wychyloney XDEFBGHJY, powinniśmy kazać ustawiać pręt z tarczą w każdym załomie, ocenić wielkość liniy xX, dD, eE, fF, AB, gG, hH, i J, yY, i wymierzyć odległości poziome xd, de... etc. Następnie pociągnąwszy na papierze liniią poziomą odpowiednią linii xy, wykreślimy wzięte ze skali wszystkie do niey pionowe wyniesienia, których końce z sobą połączone dadzą wyobrażenie profilu XDEFBGHJY.

Wyniesienia nazywaią się po francuzku *cotes.* Często wyniesienia te bardzo są małe, stosownie do odległości poziomych xd, de....; rysuiąc ie na papierze, robi się na nie trzy razy większa skala iak na odległości poziome.

Kiedy wychylenia ziemi są małe, odległości poziome xd, de.... biorą się równe.

Wielkość wyniesień (*cotes*) powinien zapisywać człowiek niosący pręt z tarczą; zwłaszcza kiedy dla znaczney odległości nie można słyszeć iego głosu. Obserwuiący musi w tym razie robić na sexternie z oka profil ziemi, żeby sprawdził zapisywane wypadki.

28. *O równoważeniu złożoném.*

Kiedy chcę wyrachować różnicę wysokości względnych dwóch mieysc A i G pomiędzy sobą niewidzianych, lub gdy dla odległości lub też nierówności znaczney powierzchni ziemi nie można od razu ich zrównoważyć, wtenczas należy obrać ilekolwiek stanowisk leżących lub nieleżących na linii AG, i ustawiaiąc narzędzie w punktach x^{I}, x^{II}, x^{III}, x^{IV}, x^{V}, x^{VI}, przez ciąg równoważeń prostych ocenić różnicę wysokości względnych punktów A i G. Tak *np.* (*fig.* 14) wyniesienie punktu A nad punkt G wyrażone iest przez:

$$X=(Bn^{I}-Am^{I})+(Cn^{II}-Bm^{II})+(Dn^{III}-Cm^{III})+(En^{IV}-Dm^{IV})+(Fn^{V}-Em^{V})+$$
$$+(Gn^{VI}-Fm^{VI}) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (\alpha).$$

Łatwo postąpimy we wszystkich szczególnych przypadkach zachodzących w równoważeniu złożoném.

29. Kiedy liniia równoważenia wskazana iest przez pewny proiekt maiący się uskutecznić, *np.* gdy mamy sporządzić drogę lub kanał, potrzeba wbić pertyki w punktach wyznaczonych A, B, C, D, E, F, G, zdiąć plan wziętey do zrównoważenia powierzchni ziemskiey, wymierzyć odległości $m^{I}n^{I}$, $m^{II}n^{II}$, $m^{III}n^{III}$, $m^{IV}n^{IV}$, $m^{V}n^{V}$, $m^{VI}n^{VI}$, i zobserwować kąty iakie te liniie czynią pomiędzy sobą. Następnie odbywa się równoważenie złożone.

30. W równoważeniu celowanie z prawey strony w lewą nazywa się *celowaniem wsteczném* (coup d'arrière), a z lewey w prawą *celowaniem kierun-*

kowém (coup d'avant). Tak *np.* z punktu x^{III} do m^{III} celuie się wstecznie; a do n^{III} kierunkowie. Wzór (α) uczy: że wyniesienie punktu A nad G = summie celowań kierunkowych — summą celowań wstecznych; i wzaiemnie.

31. Zastosuymy wzór (α) do szczególnego przykładu.

Odbywszy całe równoważenie od A do G, i dla sprawdzenia roboty powtórzywszy toż równoważenie od G do A, potrzeba wyrysować na papierze (*fig.* 15) plan całey roboty. Pospolicie celowania wsteczne zapisuią się z prawey strony wyniesień, a kierunkowe z lewey. Długość zaś liniy ab, bc, cd...: pisze się pod ich spodem. Z kolei robi się summa wysokości kierunkowych

pręcik
$1,948 + 2^p,445 + 0^p,868 + 1^p,1 + 0^p,785 = 7^p,146$, i summa wysokości wstecznych $2^p,126 + 2^p,36 + 1^p,588 + 2^p,367 + 1^p,544 + 0^p,354 = 10^p,339$; a różnica $7^p,146 - 10^p,339 = -3^p,193$ daie w tym razie, z przyczyny znaku —, zniżenie punktu A względem poziomu punktu G.

32. Odbywszy równoważenie wskazane na *fig.* 14, i chcąc wiedzieć różnicę wysokości względnych dwóch punktów *np.* A i D, koniecznie potrzeba przechodzić przez szereg stanowisk między niemi leżących B i C. Dla tego to dogodniey, za pomocą krótkiego rachunku, odnosić wyniesienia punktów A, B, C...; do iedney linii poziomey, albo do iednego poziomu ag (*fig.* 15) góruiącego nad wszystkiemi wyniesieniami, powiększaiąc ie pewną ilością, którą następnym wyrachuiemy sposobem.

(*Fig.* 15) powiększmy wyniesienie punktu $A = 2^p,126$ o $2^p,874$, żeby ono było równe $5^p,00$, i żeby liniia ag górowała nad wszystkiémi stanowiskami. Ponieważ różnica wyniesień powstałych z celowania do punktów B i A z x′ powinna bydź stateczna, stąd i wyniesienie Bb trzeba powiększyć o $2^p,874$. Przeto $Bb = 4^p,822$. Przez takowe działanie $2^p,360$, wyniesienie leżące z pra-

wey strony Bb; powiększa się o 2p,462; przeto wyniesienie punktu C należy powiększyć o 2p,462. Stąd Cc = 4p,907. Następnie Dd = 3p,319, Ee = 1p,820, Ff = 1p,376, Gg = 1p,807.

33. Robiąc proiekt plantowania drogi, trzeba ią zrównoważyć nie tylko w kierunku podłużnym ABCD.... (*fig.* 15), ale ieszcze należy poznać kształt iaki ma ziemia w kierunku prostopadłym do głównego równoważenia. Na ten koniec, stawiaiąc koleią libellę na punktach A, B...., potrzeba robić równoważenia proste po liniach prostopadłych do równoważenia głównego. Takie równoważenia wskazuie *fig.* 16. Następnie wyniesienia wszystkich punktów należy tak powiększyć, żeby końce ich górne leżały na iedney poziomey płaszczyźnie, która stosowała się do równoważenia głównego.

Tak *np.* (*fig.* 16) przystawę punktu A 1p,546, daną z powtórnego poprzecznego równoważenia (*nivellement à travers*), trzeba powiększyć o 3p,454, żeby wyniosła 5p,00. Tąż samą ilością 3p,454 wypada powiększyć inne przystawy, leżące na kierunku przechodzącym przez punkt A prostopadłym do równoważenia głównego. Będzie więc: 2p,065 + 3p,454 = 5p,519;

1p,451 + 3p,454 = 4p,905; 1p,855 + 3p,454 = 5p,309.

Podobnież należy powiększać przystawy punktów leżących na równoważeniach poprzecznych przechodzących przez B, C, D.... *Fig.* 16 wskazuie ten rachunek i sposób porządnego zapisywania całey roboty.

34. Dla wyrównania, czyli dla splantowania (*pour former une esplanade*), bardzo powychylaney ziemi, robi się znaczna liczba równoważeń kierunkowych równoległych i poprzecznych do nich prostopadłych. Całe zaś równoważenie odnosi się do iedney płaszczyzny poziomey, za pomocą sposobu podanego w §§. 32 i 33. Tym sposobem zrównoważoną i wymierzoną ziemię trzeba przenieść

na papier, powiększaiąc dwa lub trzy razy skalę wyniesień (*cotes*); iakeśmy o tém namienili w §. 27.

Sposób tu podany powszechnie iest przyięty i praktykowany przez inżynierów i architektów. Tak zrównoważoney ziemi łatwo iest odbywać rachunek wykopów i nakopów (*calcul des déblais et des remblais*).

35. Odbywaiąc równoważenie bardzo odległych punktów, starać się potrzeba, żeby iak naymniey było celowań (*coups de niveau*), bo mnieyszy będzie błąd wypadku z przyczyny niedokładności obserwacyi. W znacznych odległościach, kiedy nie możemy użyć pręta z tarczą dla iego nizkości, powinniśmy celować do dobrze widzianych punktów drzew, wież, dzwonnic, i t. p. Potém zaś odmierzymy trygonometrycznie §. 41, lub za pomocą nici z ciężarem, ich wysokość.

36. Sposób odbywania równoważenia złożonego i odnoszenia wyniesień wszystkich punktów do iedney płaszczyzny poziomey bardzo iest ogólny, i nie ulega żadney wątpliwości. Płaszczyzna ta, w większych nawet odległościach, dobrze wystawia poziom prawdziwy; bo wszędzie są do niey pionowe liniie wierzchołkowe równoważonych stanowisk. Tym sposobem ze wszystkiemi ostróżnościami żeby było odbyte równoważenie *np.* od oceanu aż do morza środziemnego, przekonałoby nas: że powierzchnie spokoyne obu tych morz są zrównoważone (*sont de niveau*); iak to wypadło z równoważenia jeodezycznego odbytego we Francyi przez *Delambra.*

37. Do równoważenia wzdłuż rzek i rozmaitych spadzistości używaią młynarze, grabarze i inni rzemieślnicy prostego sposobu, który tu nie zawadzi wymienić.

(*Fig.* 17). Chcąc zrównoważyć punkt A z punktem H, wbiymy w A pal w ziemię i drugi w B, tak żeby ich odległość równała się długości gładkiey

deski ab. Wysokość palów taka bydź powinna, żeby położywszy na ich wierzchołkach deskę ab z gruntwagą xyx', lub libellą z bulką, nić z ciężarem odpowiedziała zeru, lub środek bulki padał na środek libelli. Wziąwszy różnicę wysokości Bb—Aa, trzeba zabić pal w C, w podobneyże odległości; i dać mu taką wysokość, ażeby deska bc była pozioma. Idąc od C do D, dla nagłey spadzistości, potrzeba wbić palik c' przy C, i porównywać wysokość palika c' z palem Dd. Zresztą postępuiąc ciągle sposobem objaśnionym na figurze 17, i zapisuiąc różnicę wysokości palów, łatwo ocenię różnicę wysokości względnych punktów A i H.

Sposób tu wyłożony używa się do równoważenia ulic po miastach.

38. Nie od rzeczy tu będzie rozwiązać kilka zagadnień stosuiących się do równoważenia topograficznego.

Zagadnienie 1. Znaiąc wysokość wezbrania rzeki RZ (*fig.* 18), oznaczyć na ziemi i na mappie plac uległy wylewowi.

Na ten koniec przy samym brzegu koryta rzeki, w punkcie *np.* A, trzeba wbić pal do takiey nad ziemią wysokości, iaką miewa wezbrana woda. Następnie stanąwszy z libellą w X, powinienem celować do pręta z tarczą ustawionego pionowie na palu A, i oznaczyć wysokość tarczy. Przytwierdziwszy pod znalezioną wysokością tarczę, trzeba przenosić na około punktu X pręt z tarczą przez mieysca uległe zalewowi, w których liniia celowana libellą padnie wyżey celu tarczy, i należy wytknąć punkta m, l, K, ostatecznie uległe zalewowi, w których liniia celowana pada na środek celu tarczy.

Z kolei przenieść się wypada na punkt Z, z którego widać ieden z punktów ostatecznych zalewu *np.* K, celować do pręta z tarczą ustawionego pionowie w K, i przytwierdziwszy tarczę pod obserwowaną wysokością, namienionym sposobem wytknąć punkta graniczne zalewu k, i, h, L. Potém trzeba

się przenieść na punkt Y i na inne mieysca, dopóki nie oznaczę wszystkich punktów granicznych zalewu. Powbiiawszy w nich pertyki, i zdjąwszy plan całey powierzchni niemi objętey, odrysuię na mappie plac uległy zalaniu wodą, pochodzącemu od wezbrania rzeki do pewney daney wysokości.

39. *Zastosowanie do praktyki pochyłościomierzy.*

(*Fig.* 9). Oceniwszy za pomocą pochyłościomierza z nicią z ciężarem liniią cD odpowiadaiącą *np.* 1500, odiąwszy 1000 będzie + 500 iey wartością. Znak + pokazuie, że punkt p iest nad poziomem. Wielkość linii po tak się rachuie. Z podobieństwa troykątów pDo i CeD wynika: $po : Do = cD : CD$; czyli: $po : Do = 500 : 1000$. $po = \frac{Do}{2}$.

Gdyby nić z ciężarem padła między B i D, *np.* na 618, odiąwszy 1000, —382 wskazałoby: że punkt p leży pod poziomem. A zniżenie $p'o = \frac{-382 \times Do}{1000}$. Założywszy $Do = 150^{\text{Prętom}}$, $p'o = -150^{p} \times 0{,}38 = -57^{p}{,}0$.

Używaiąc pochyłościomierza odrysowanego na *fig.* 10, mamy kąt $DCx =$ $= fAW = 90^{\circ} - AfW$. Przeto $fW = AW$. sty DCx v. . . . $fW = AW$. dosty. łuku odciętego nicią z ciężarem. Założywszy $AW = 246^{\text{Prętom}}$, łuk odcięty nicią z ciężarem $= \delta = 86^{\circ}.\ 30'$, wypada: $fW = 53^{p}{,}77$.

Znak dosty. δ pokaże, czy punkt p leży nad lub pod poziomem.

40. *Zagadnienie* 2. Kiedy chcemy na płaszczyźnie pochyłey zrobić drogę nachyloną do poziomu *np.* na każdy pręt p, *np.* o $0^{p}{,}035$, rozwiążemy to zagadnienie za pomocą kątomierza następuiącym sposobem.

Ustawiwszy kątomierz w początku drogi, przymocuymy do koła wysokości mnp (*fig.* 21. *T.* 2.) lunetę ruchomą pod kątem pochyłości drogi. Ponieważ log. $0^{p}{,}035 = 8{,}5440680 =$ log. styczney pochyłości drogi, przeto sama pochyłość $= 2^{\circ}.\ 0'.\ 16''{,}3$. Zgodziwszy lunetę z tą wysokością lub z tém zniżeniem,

według tego iak droga w górę lub na dół ma bydź wykierowaną, potrzeba w precie z tarczą tak umieścić tarczę, żeby odległość spodu preta od środka celu była równą odległości środka lunety od podstawy narzędzia. Następnie człowiek noszący pręt powinien się znacznie oddalić po osi optyczney lunety, tak żeby ona padała na środek celu. Liniia prosta przechodząca przez punkt ziemski odpowiedny środkowi narzędzia i mieysce w którem stoi pręt z podziałami, będzie miała pochyłość drogi. Podobnymże sposobem łatwo przedłużymy tę liniią w rozmaitych kierunkach. Powbiiawszy w mieyscach stawionego narzędzia i pręta kołki, należy w kierunku ich robić drogę, znosząc i zasypuiąc nierówności ziemi.

Nie maiąc pręta z tarczą, można wziąść gładki kiy lub deskę, i naznaczyć wysokość równą odległości środka lunety od podstawy kątomierza.

41. *Zagadnienie* 3. Wymierzyć wysokość AB (*fig.* 19) drzewa, budynku, wieży lub innego przedmiotu.

Wymiar wysokości należy właściwie do równoważenia; bo znalezienie AB zawisło na wyrachowaniu odległości wierzchołka obserwowanego przedmiotu, od poziomu przechodzącego przez iego spód; czyli na ocenieniu wysokości względney wierzchołka względem spodu przedmiotu. W robotach mnieyszey wagi można użyć pochyłościomierzy z nicią z ciężarem. Chcąc zaś odbyć dokładnie robotę, i otrzymać iak nayściśleyszy wypadek, potrzeba obserwować wysokość kątomierzem.

Na ten koniec ustawię kątomierz w K. Niech LK wyraża odległość środka lunety ruchomey od podstawy narzędzia, którą ocenię nicią z ciężarem. Ustawiwszy gruntownie kątomierz w K, trzeba tak spuścić lunetę ruchomą LL′ (*fig.* 21. *Tab.* 2.), żeby libella Tt pod nią wisząca była poziomą. W tym razie 0° podziału półkola wysokości mnp powinno zgodzić się z kreską wyrzniętą

na podstawku ww′. Podnosząc więc lub zniżaiąc lunetę, odetnę na kole wysokości kąt iey podniesienia nad poziom lub zniżenia. Gdyby zaś w poprzedzaiącém doświadczeniu 0° podziału półkola wysokości mnp nie zgodziło się z kreską wyrznięta na podstawku ww′, wtenczas trzeba obserwowaną różnicę ze stosownym znakiem dorzucać do odciętych kreską podniesień lub zniżeń lunety. Pamiętaiąc na wymienioną tu przestrogę, potrafię w każdym przypadku ściśle ocenić podniesienie lunety ruchomey nad poziom lub iey zniżenie.

Umieściwszy i sprawdziwszy kątomierz w K, zwrócę lunetę ruchomą do wierzchołka A przedmiotu, tak żeby punkt obserwowany A leżał na nici przechodzącey poziomie przez środek lunety około przecięcia nici. Przeczytawszy na kole wysokości mnp podniesienie lunety nad poziom, znaydę kąt ALO.

Pozostanie więc odmierzyć liniią prostą KB.

AB = KB × sty ALO + LK . . . . (1).

Należy wybrać taką odległość KB, żeby kąt obserwowany ALO nie był bardzo ostry, ale miał wartość około 45°.

42. *Zagadnienie* 4. Na figurze 19 spód przedmiotu B z podstawą narzędzia K leżał na iednymże poziomie; ale zdarzyć się może, tak iak wystawia (*fig.* 20), że spód przedmiotu B iest wyższy od podstawy kątomierza K. Poszukaymy na ten przypadek wysokości AB.

Na ten koniec odmierzywszy odległość LK środka lunety od podstawy narzędzia, od spodu B odetniymy BC = LK, i naznaczmy punkt C. Potém obserwuymy kąty ALD i CLD, zwracaiąc lunetę ruchomą na punkta A i C, i oceniaiąc w obu przypadkach iey podniesienie nad poziom. Nareszcie wymierzmy BK = CL.

W troykącie ACL znamy: CL = BK, ALC = ALD — CLD, i LAC = 90° — ALD. Przeto wyrachuiemy:

$$AB = LK + \frac{CL \times \text{wst}\, ALC}{\text{wst}\, LAC} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Łatwo rozwiążemy podane tu zagadnienie, kiedy spód B iest niższy od mieysca narzędzia K.

43. *Zagadnienie* 5. Zdarza się często że nie można wymierzyć odległości BK (*fig.* 21), w tym razie postąpię następuiącym sposobem.

Kiedy punkta B i K są na iednym poziomie, ustawiwszy kątomierz w K wymierzę kąt ALO. Potém ustawię kątomierz w K′, na kierunku linii BK, i zobserwowawszy kąt AL′O odmierzę KK′ i L′K′ = LK. W troykącie ALL′ znam kąt ALL′ = 180° — ALO, kąt AL′L, i LL′ = KK′, przeto wyrachuię $AL = \frac{LL'.\text{wst}\, AL'L}{\text{wst}\, L'AL}$. Stąd $AO = AL.\ \text{wst}\, ALO$. Zatém:

$$AB = LK + \frac{LL'.\ \text{wst}\, AL'O.\ \text{wst}\, ALO}{\text{wst}\, L'AL} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Powtóre (*fig.* 21). Kiedy nie mogę obrać punktu K′ leżącego na kierunku BK i na iedneyże płaszczyźnie poziomey z B i K, ustawię kątomierz w K″, na płaszczyźnie poziomey przechodzącey przez B i K. Potém odetnę od spodu wieży B liniią BO = LK, zobserwuię kąty OLL″ i LL″O, i wymierzę KK″=LL″. W troykącie OLL″

$$OL = \frac{LL''.\ \text{wst}\, OL''L}{\text{wst}\, LOL''}.$$

Stąd:
$$AB = LK + \frac{LL''.\ \text{wst}\, OL''L.\ \text{sty}\, ALO}{\text{wst}\, LOL''} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

Inaczey można wymierzyć kąt ALO, LK, KK″, i kąty ALL″, AL″L. W troykącie ALL″

$$AL = \frac{LL''.\ \text{wst}\, AL''L}{\text{wst}\, LAL''}.$$

Stąd:
$$AB = LK + \frac{KK''.\ \text{wst}\, AL''L.\ \text{wst}\, ALO}{\text{wst}\, LAL''} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

Ten sposób szczególniey stosuie się do mierzenia wysokości gór.

Potrzecie (fig. 22). Kiedy nie możemy wymierzyć BK, a spód B nie leży na iednym poziomie z K, zobserwuiemy w K podniesienie nad poziom punktów A i B, czyli kąt ALd i BLd. Stąd wyrachuiemy kąt ALB. Nie mogąc ustawić kątomierza w kierunku linii BK, ustawmy go z boku w K'; odmierzmy KK'=LL', i zobserwuymy kąty BL'L i BLL'. W troykącie BLL' . . . $BL = \frac{LL'. \text{wst } BL'L}{\text{wst } LBL'}$;

w troykącie ABL . . . $AB = \frac{BL. \text{wst } ALB}{\text{wst } LAB} = \frac{BL. \text{wst } ALB}{\text{dost } ALd}$.

Stąd: $$AB = \frac{KK'. \text{wst } BL'L. \text{wst } ALB}{\text{wst } LBL'. \text{dost } ALd} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

44. Wymienione tu zagadnienia obeymuią główniczysze przypadki trafiaiące się w wymiarze wysokości. Poznawszy ie dobrze, łatwo doradzimy sobie w rozmaitych podobnego rodzaiu zagadnieniach. Nie trudno zastosować podane tu sposoby do wymiaru głębokości dołów. We wszystkich przypadkach trzeba unikać bardzo ostrych i rozwartych kątów.

Używaią się ieszcze w praktyce do wymiaru wysokości, przez grube przybliżenie, sposoby proste, iakoto: za pomocą cienia rzucanego od przedmiotu, przez obraz wierzchołka przedmiotu widziany w wodzie, za pomocą kiiów i t. p. W tym względzie odsyłamy do dzieł obszernych poświęconych wyłącznie praktyce miernictwa.

45. *Zagadnienie* 6. Zrównoważyć górę w kierunku przecięcia wierzchołkowego, i znaleźć iey wysokość.

Chcąc zrównoważyć górę, można 1*ód* postępować od iey wierzchołka aż do spodu z libellą i prętem z tarczą, przez szereg równoważeń prostych, sposobem wskazanym w §. 28. *fig.* 14.

Powtóre. Używa się do równoważenia gór sposób prosty wyłożony w §. 37. *fig.* 17. Służy on z korzyścią do równoważenia niewysokich gór; w niedostatku doskonalszych narzędzi. Równoważenie odbyte wymienionym tu sposobem 1szym i 2gim, dostarczy elementów do wykreślenia przecięcia wierzchołkowego góry, inaczey zwanego profilem góry. Wysokość profilu iest wysokością góry.

Potrzecie. Można ieszcze równoważyć góry za pomocą kątomierza. Ten sposób należy przekładać nad inne w robieniu profilów pasma gór.

W tym celu ustawię kątomierz na wierzchu góry x (*fig.* 23), i w kierunku szukanego profilu, o kroków kilka lub kilkanaście, w znaczniеyszym załomie góry x′, każę ustawić pionowie pręt z tarczą, lub kiy albo deskę, żeby odległość spodu pręta x′ od naznaczonego celu c równała się odległości spodu kątomierza od środka lunety ruchomey l. Następnie, po płaszczyźnie koła wierzchołkowego, wykieruię lunetę do celu oznaczonego na pręcie, zanotuię kąt olc, iaki liniia celowana lc czyni z poziomem lo, i wymierzę xx′ = lc. Potém przeniosłszy narzędzie do x′, ustawię w kierunku profilu pionowie pręt w następnym załomie x″, i podobnaż odbędę robotę. Tym sposobem dóydę aż do spodu góry. Liniia mierzona xx′. wst olc = xr;

a zaś: xx′. dost olc = x′r.

Dodawszy summę ilości odpowiednych xr, znaydę wysokość góry . . . .
$xC = xr + x'r' + x''r'' + x'''r'''$.

A za pomocą następnie mierzonych liniy xx′, x′x″, x″x‴, x‴B, i ich pochyłości do poziomu, odrysuię profil góry. Małe załomy profilu rysuią się z oka.

46. W równoważeniu gór robimy wiele profilów, przecinaiących się pod pewnemi kątami w wierzchołku góry, albo równoległych od iednego głównego

profilu przechodzącego przez wierzchołek góry, lub też rozmaicie do siebie nachylonych. Takowe profile są elementami do wykonania porządnego topograficznego rysunku góry, z którego można czytać kierunek i wielkość iey spadzistości. To stanowi gałęź miernictwa, którą z czasem ogłoszę drukiem, przy Topografii wykładaney uczniom Uniwersytetu wileńskiego.

Kończąc tę moię drobną pracę, wyznać powinienem: że w miernictwie i równoważeniu unikałem, ile możności, dowodów wyższych i rysunków wymagaiących znacznego nakładu i podnoszących cenę dzieła; starałem się uczynić to pismo łatwém do nabycia, obeznać czytelników z teoryą nauki i przygotować do praktyki. Jeżeli mi okoliczności dozwolą ogłosić część drugą miernictwa, poświęconą samey praktyce, tam zbiorę pominione tu materye; i postaram się zawrzeć, w obu częściach, całą sztukę zdeymowania planów małych powierzchni ziemskich, z zastosowaniem iey do wymiarów ekonomicznych, topograficznych i woyskowych.

MIARY I WAGI

TERAZ UZYWANE W ROSSYI, WE FRANCYI, ANGLII, LITWIE I POLSCE.

MIARY I WAGI FRANCUZKIE.

MIARY DŁUGOŚCI.

We Francyi iednostką miar długości iest *metr* (mètre), równy $\frac{1}{10000000}$ części ćwiartki południka ziemskiego przechodzącego przez Paryż. Przy końcu wieku ośmnastego, jeometrowie wyrachowali długość ćwiartki tego południka z rozmiarów jeodezycznych z naywiększą ścisłością.

Myriametr (le myriamètre) = ...	10000^m.
Kilometr (le kilomètre) = ...	1000.
Hektometr (l'hectomètre) = ...	100.
Dekametr (le décamètre) = ...	10.
Decimetr (le décimètre) = ...	0^m,1.
Centimetr (le centimètre) = ...	0^m,01.
Millimetr (le millimètre) = ...	0^m,001.

Dawniey we Francyi iednostką miar długości była stopa zwana (*pied du roi*) = 0^m,3248394.

Mila zwyczayna francuzka . . . . 4444^m,4.

MIARY POWIERZCHNI.

Hektar (l'hectare) . . . . =	10000 metrom kwadr:
Ar (l'are) . . . . =	100 metrom kwadr:
Centiar (le centiare) . . . . =	1 metrowi kwadr:

MIARY OBJĘTOŚCI NA PŁYNY.

Dekalitr (le décalitre) . . . . = 10 decymetrom sześciennym.

Litr (le litre) . . . . = 1 decymetrowi sześciennemu.

Decilitr (le décilitre) . . . . = $\frac{1}{10}$ decymetru sześciennego.

MIARY OBJĘTOŚCI NA CIAŁA STAŁE.

Kilolitr (le kilolitre) . . . . = 1 metrowi sześć.

Hektolitr (l'hectolitre) . . . . = 100 decymetrom sześciennym.

Dekalitr (le décalitre) . . . . = 10 decymetrom sześciennym.

Litr (le litre) . . . . = 1 decymetrowi sześcien.

MIARY BRYŁOWATOŚCI.

Ster (le stère) . . . . 1 metr. sześc.

Decister (le décister) = $\frac{1}{10}$ metra sześciennego.

WAGI.

Beczka morska (le millier métrique) waży 1000 kilogramów.

Le quintal métrique waży 100 kilogramów.

Kilogram (le kilogramme) oznacza wagę iednego decimetru sześciennego wody destyllowaney, odważoney w czczości w temperaturze + 4° termometru setkowego.

Hektogram (l'hectogramme) = $\frac{1}{10}$ kilogramu.

Dekagram (le décagramme) . . . . . . = $\frac{1}{100}$ kilogramu.

Gram (le gramme) . . . . = $\frac{1}{1000}$ kilogramu.

Decigram (le décigramme) . . . . . . = $\frac{1}{10000}$ kilogramu.

MIARY I WAGI ANGIELSKIE.

MIARY DŁUGOŚCI.

		metrom
Cal, czyli dwónasta część stopy	=	0,0253995.
Stopa (foot)	=	0,3047945.
Trzy stopy (yard)	=	0,9143834.
Sążeń (fathom) zawieraiący 2 yardy	=	1,8287668.
Mila maiąca 880 fathom	=	1609,53478.

MIARA POWIERZCHNI.

Acre, czyli 4840 yardów kwadratowych = 40,46710 . . . arom. fr.

MIARY OBJĘTOŚCI.

Gallon	ma litrow fr. . . .	4,54354.
Bushel, czyli 8 gallonow	ma litrow fr. . . .	36,34763.
Quarter, czyli 8 bushelow	ma litrow fr. . .	290,78104.

WAGI.

Funt, zwany *livre troy* = gramom fr. . . . . 372,9986.

Ten funt dzieli się na 12 *onces*; *once* zawiera 12 *penny*; a *penny* ma 24 *grains*. Stąd *livre troy* ma 5760 *grains*.

Funt, zwany *livre avoir du poids* = gramom fr. 453,2968.

Ten funt ma 7000 *grains*. Oprócz tego dzieli się on na swoich 16 *onces*, zawieraiących po 16 *drams*.

Quintal, czyli 112 *livres avoir du poids* = kilogr. fr. 50,76925.

Tun, czyli 20 quintalów . . . . = kilogr. fr. 1015,3850.

MIARY ROSSYYSKIE.

MIARY DŁUGOŚCI.

Foot stopa angielska iest przyięta za stopę rossyyską.

Arszyn ma 16 *werszkow* i = stopom . . . . $2\frac{1}{3}$.

Sążeń ma 3 *arszyny* i = stopom . . . . 7.

Cep (sznur rossyyski) ma 10 *sążni* i = stopom . . . . 70.

Wiorsta ma arszyn . . . . 1500.

Mila ma wiorst 7, i = arszynom . . . . 10500.

MIARY POWIERZCHNI.

Oprócz stóp, arszyn, sążni, cepów, wiorst i mil kwadratowych, używa się ieszcze w Rossyi tak nazwana *dziesięcina*, zamykaiąca sążni kwadratowych . . . . 2400.

MIARY OBJĘTOŚCI.

Czetwert zawiera 2 *ośminy*, czyli 4 *poioki*, lub 8 *czetwerików*, albo 64 *garnce*. Czetwerti $13\frac{1}{2}$ = 10 angielskim *quarters*.

Ośmina ma garncy . . . . 32.

Poiok ma garncy . . . . 16.

Czetwerik ma garncy . . . . 8.

Kul czyli *wór* ma 10 czetwerików, a garncy . . . . . 80.

Wiedro zawiera 4 *czetweriki*, albo 8 *osmuszków*, i = 32.

Osmuszek ma garncy . . . . 4.

Boczka sorokowaja ma 40 wiedr, a garncy . . . . . 1280.

WAGI.

Berkowiec ma 10 pudów, czyli funtów . . . . 400.

Funt ma 32 łóty, i = centygramom . . . . 40916,73.

Łót zawiera trzy zołotniki. . . . . .

Miary i wagi rossyyskie zostały iuż zaprowadzone w Litwie.

MIARY I WAGI LITEWSKIE.

MIARY DŁUGOŚCI.

Stopa, równa zupełnie stopie francuzkiey zwaney (*pied du roi*) = 0m,3248394.

Cal, równy $\frac{1}{12}$ stopy = ... , ... 0,02707.

Liniia, równa $\frac{1}{12}$ cala = ... 0,00226.

Łokieć, zawieraiący dwie stopy = ... 0,6496788.

Sążeń, ma trzy łokcie, i = ... 1,9490364.

Sznur, ma prętów 10, a łokci 75, i = ... 48,72591.

Pręt, ma pręcików 10, a łokci 7,5 i = ... 4,872591.

Pręcik, ma ławek 10, a łokci 0,75 i = ... 0,4872591.

MIARY POWIERZCHNI.

Liniia kwadratowa ma liniiek kwadratowych . . . . 144.

Cal kwadratowy ma liniy kwadratowych . . . . 144.

Stopa kwadratowa ma cali kwadr. 144, i = ... m. kw. 0,105520674.

Łokieć kwadratowy ma stop kwadr. 4, i = ... 0,4220826696.

Sążeń kwadratowy ma łokci kwadr. 9, i = ... 3,79874431.

Pręcik kwadratowy ma ławek kwadr. 100, i = ... 0,2374215165.

Pręt kwadratowy ma pręcików kwadr. 100, i = ... 23,74215165.

Sznur kwadratowy ma prętów kwadr. 100, i = ... 2374,215165.

Morg ma sznurów kwadr. 3, i = ... 7122,645495.

Włoka ma morgów 30, i = ... 213679,36485.

MIARY OBJĘTOŚCI.

Beczka ma *ćwierci* 4, *ośmin* 8, *czasek* 12, *szesnastek* 16, *garncy dużych* 72, *garncy małych* 144.

Garniec mały, zwyczaynie używany, ma *kwart* 4, *półkwart* 8, *kwaterek* 16. Garniec ten iest walcem, maiącym wysokości 7 cali i $\frac{5}{8}$, a średnicy 4 cale i $\frac{7}{8}$.

WAGI.

Centnar albo *berkowiec* zawiera kamieni . . . . . . 5.

Kamień ma funtów . . . . 40.

Funt ma łótów . . . . 32.

Funt = granom francuzkim . . . . 374,8287.

NOWE MIARY I WAGI W KRÓLESTWIE POLSKIÉM.

MIARY DŁUGOŚCI.

Łokieć ma *stóp* 2, *ćwierci* 4, *calów* 24, *liniy* 288. *liniiek* 3456, i = millimetrom . . . . 576.

Stosunek wielkości sznura, pręta, pręcika, ławki, sążnia taki iest iak w Litwie.

Mila, ma dwie *pół-mile*; 4 *ćwierć-mile*; 14816 łokci, 12 cali i 3,74 liniie, i = metrom . . . . 8534,31148952.

MIARY POWIERZCHNI.

Miarami powierzchni są morgi, włoki, kwadratowe sznury, pręty, pręciki, sążnie, łokcie, stopy, cale, liniie i liniyki. Łatwo wyrachować ich wartość w metrach, wiedząc że łokieć ma 576 millimetrów.

MIARY OBJĘTOŚCI.

Łokieć sześcienny, ma *stóp sześć:* 8, *ćwierci sześć:* 64, *calów sześć:* 13824, *liniy sześć:* 23887872, i = . . millimetrom sześć . . 191102976.

Sążeń sześcienny, ma łokci sześć: 27, i = ... 5159780352.

Korzec, ma *pół-korców* 2, *ćwierci* 4, *garncy* 32, *kwart* 128, *kwaterek* 512, *calów sześć:* 9259 $\frac{7}{27}$, *liniy sześć:* 16000000, i = millimetrom sześć. . . . . 128000000.

Beczka, ma *pół-beczek* 2, *konwi* 14$\frac{2}{5}$, *garncy* 72, *kwart* 288, *kwaterek* 1152.

WAGI.

Centnar ma *kamieni* 4, *funtów* 100.

Funt ma *uncyy* 16, *łótów* 32.

Łót ma *drachm* 4, *skrupułów* 12, *granów* 288, *graników* 1584.

Granik ma francuzkich milligramów . . . . 8.

Osoby życzące mieć wiadomość o miarach i wagach dawnych i teraźnieyszych używanych w Europie, udadzą się do dzieła *Juliusza Colberga*, wydanego w roku 1819 w Warszawie, pod tytułem: *porównanie teraźnieyszych i dawnieyszych miar i wag w królestwie polskiém używanych.* Z dzieł za-

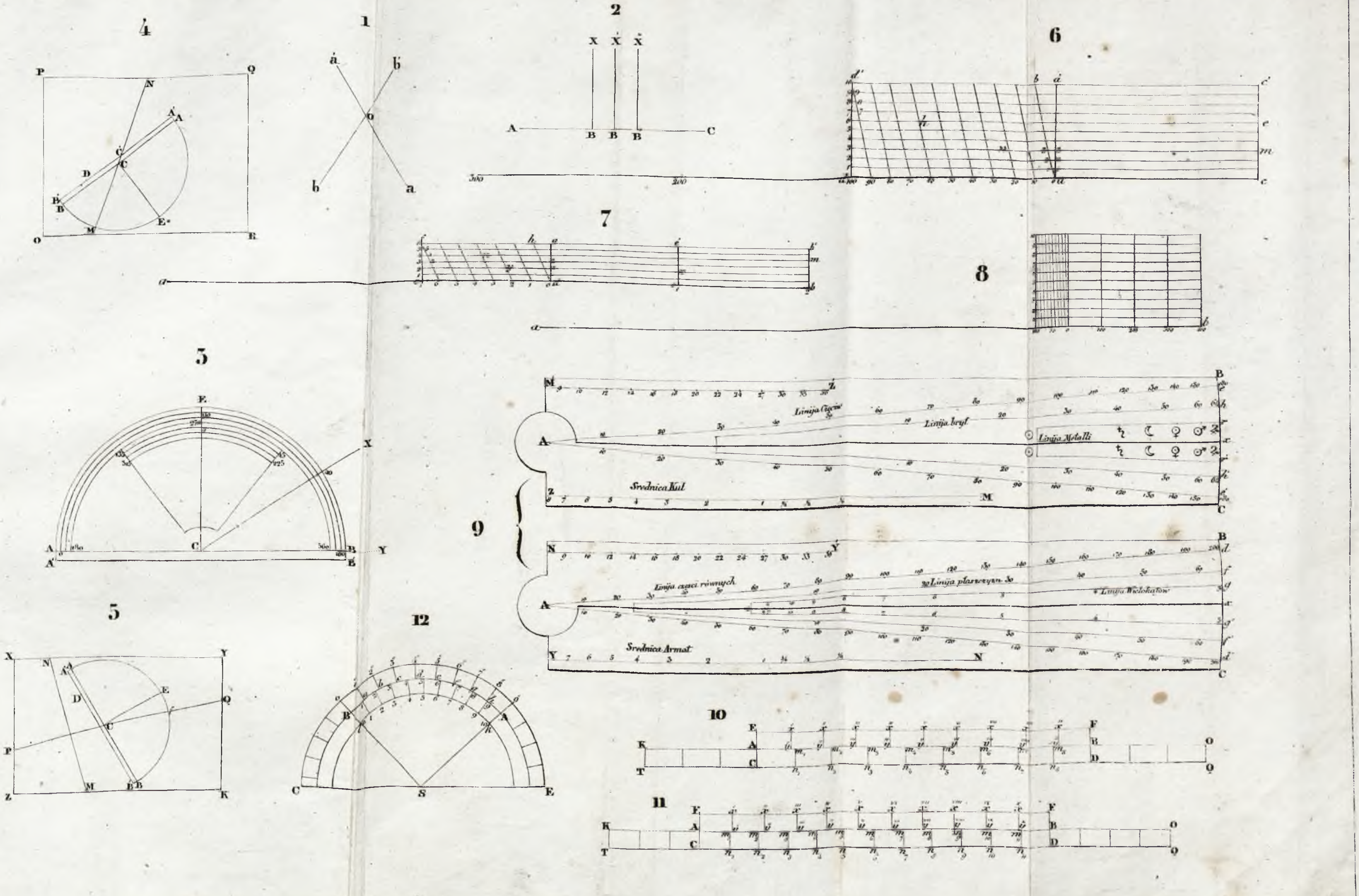
granicznych celuie nie dawno wydane dzieło *Loehmana*, pod tytułem: *Tables pour la reduction des mesures de longueur et de la capacité, ainsi que des poids et de la monnaie en usage dans les comptes de tous les principaux pays et villes principales de commerce de l'Europe, par rapports aux endroits importans des autres parties du monde, par le commerce européen; calculées par F. Loehman. 4 vol. in* 4to, *publiées à Leipzig, les trois premiers en* 1821, 1822 *et* 1823, *chez Fleischer; et le* 4me *en* 1826 *chez Barth.* Dzieło to drukowane iest w ięzyku francuzkim i niemieckim.

K O N I E C.

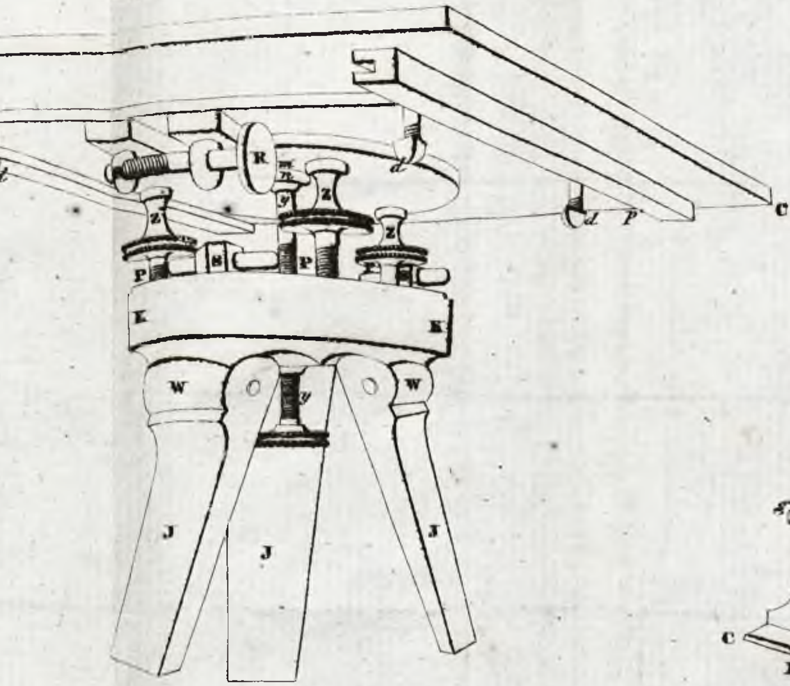
OMYŁKI DRUKU.

strona	*wiersz*	*omyłka*	*popraw.*
96	ostatni	DSS′k	DSS′h
115	23	de	du
122	23	w prawo	w lewo
124	16	środku	w środku rurki
128	15	zgadzać	zgadzać ią
154	15	granom	gramom

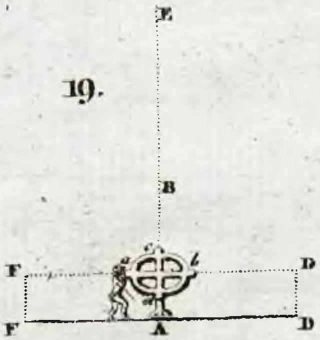
Tab. I.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Linija Cięciw
Linija bryl
Linija Metalli
Srednica Kul
Linija części równych
Linija płaszczyzn
Linija Wielokątów
Srednica Armat

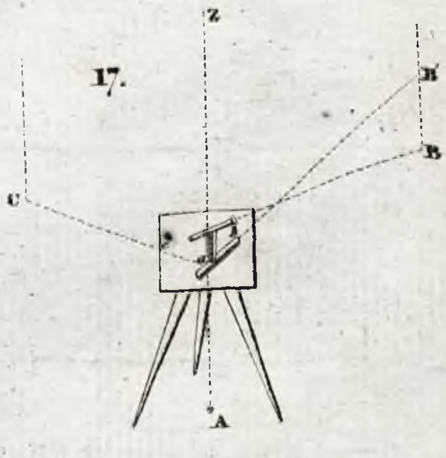
15.


C
C
d
d
d
P
R
m
n
Z
Z
Z
g
S
P
P
K
K
W
W
y
J
J
J

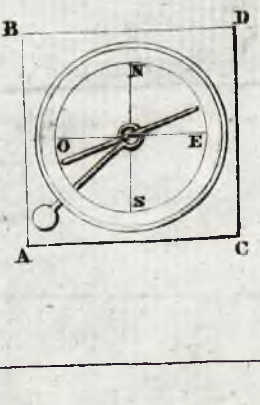
19.


E
B
F
F
D
D
A

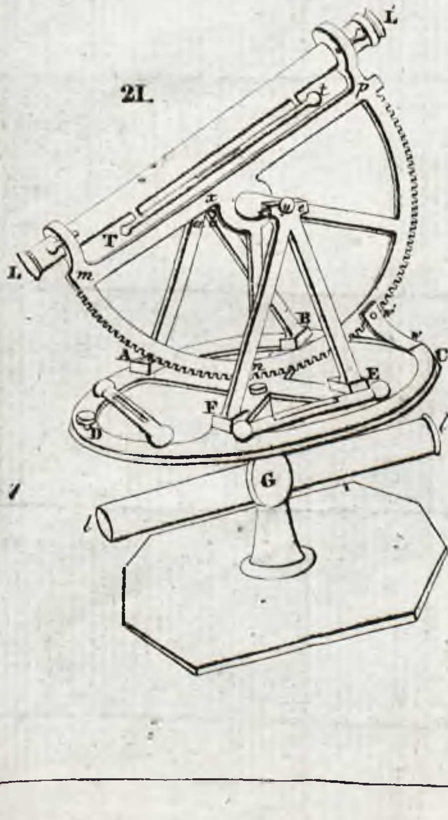
17.


Z
B
B
C
A

18.

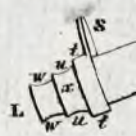

B
D
N
O
E
S
A
C

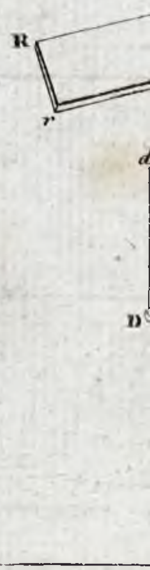
21.


L
L
T
m
B
A
C
E
F
D
G


A
A


C
B


S
L


R
D

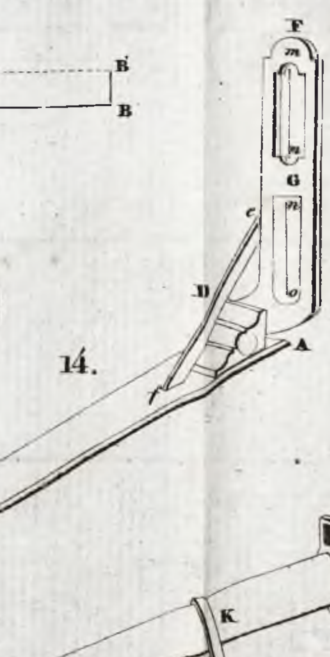
16.



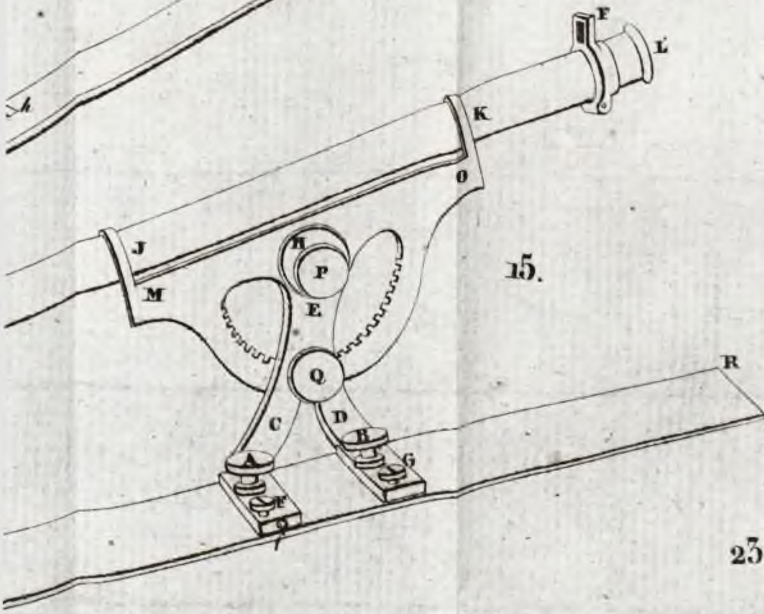
20.



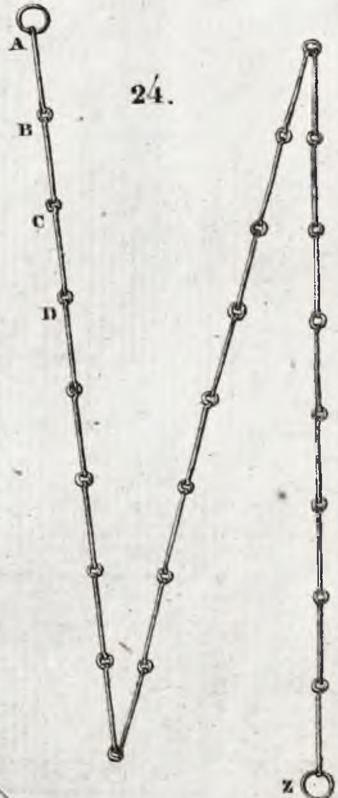
14.



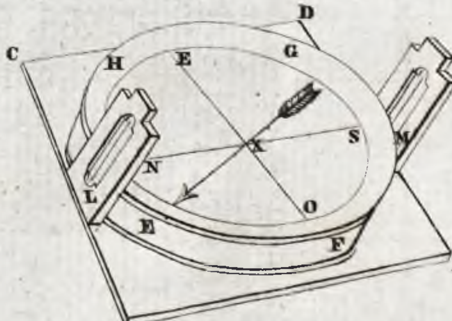
15.



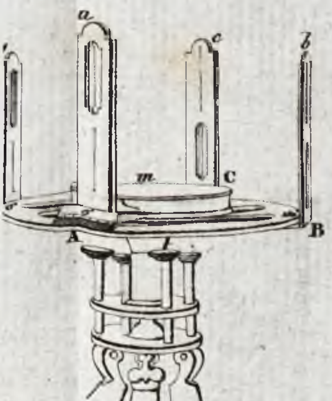
24.



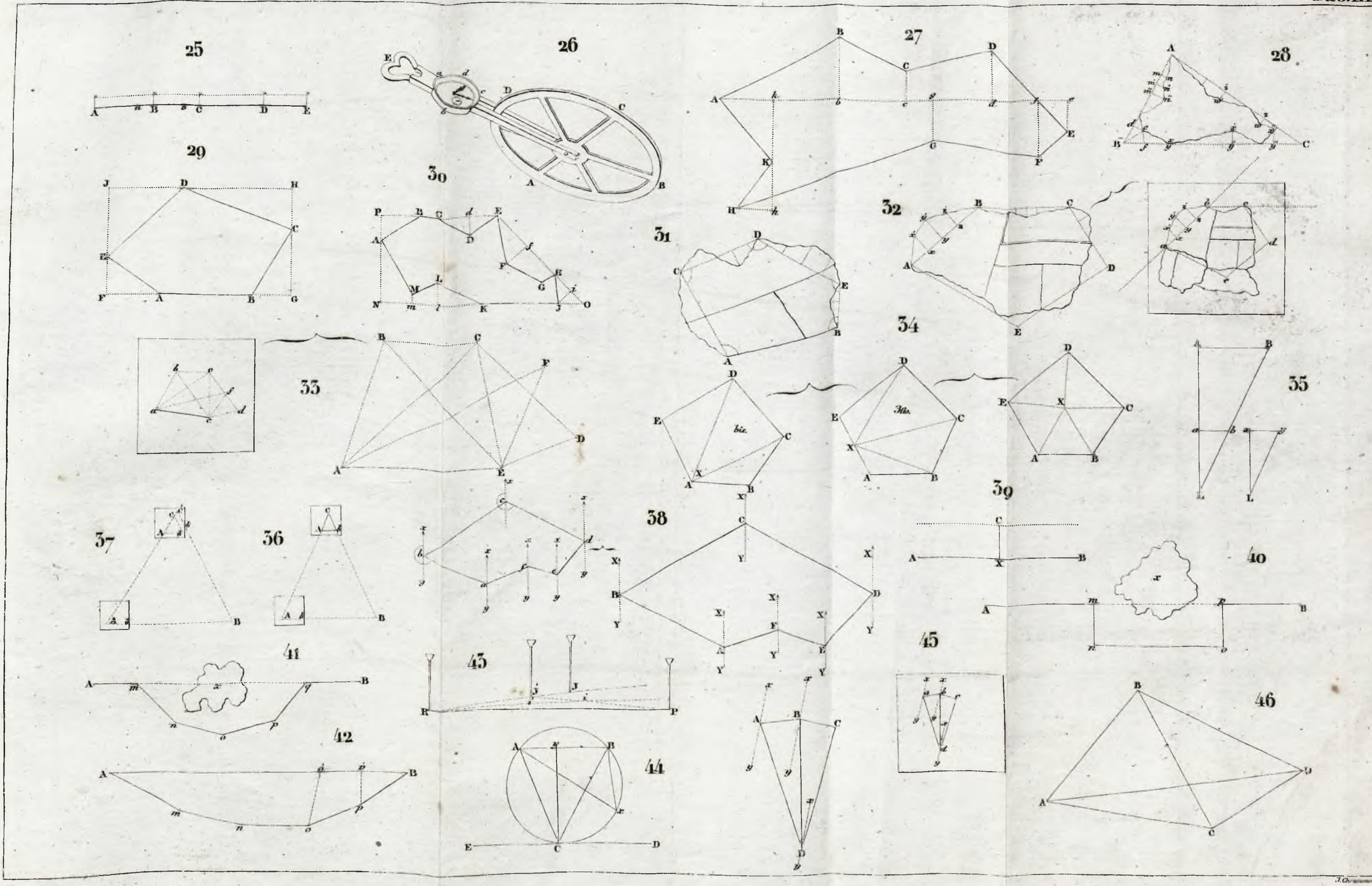
23.

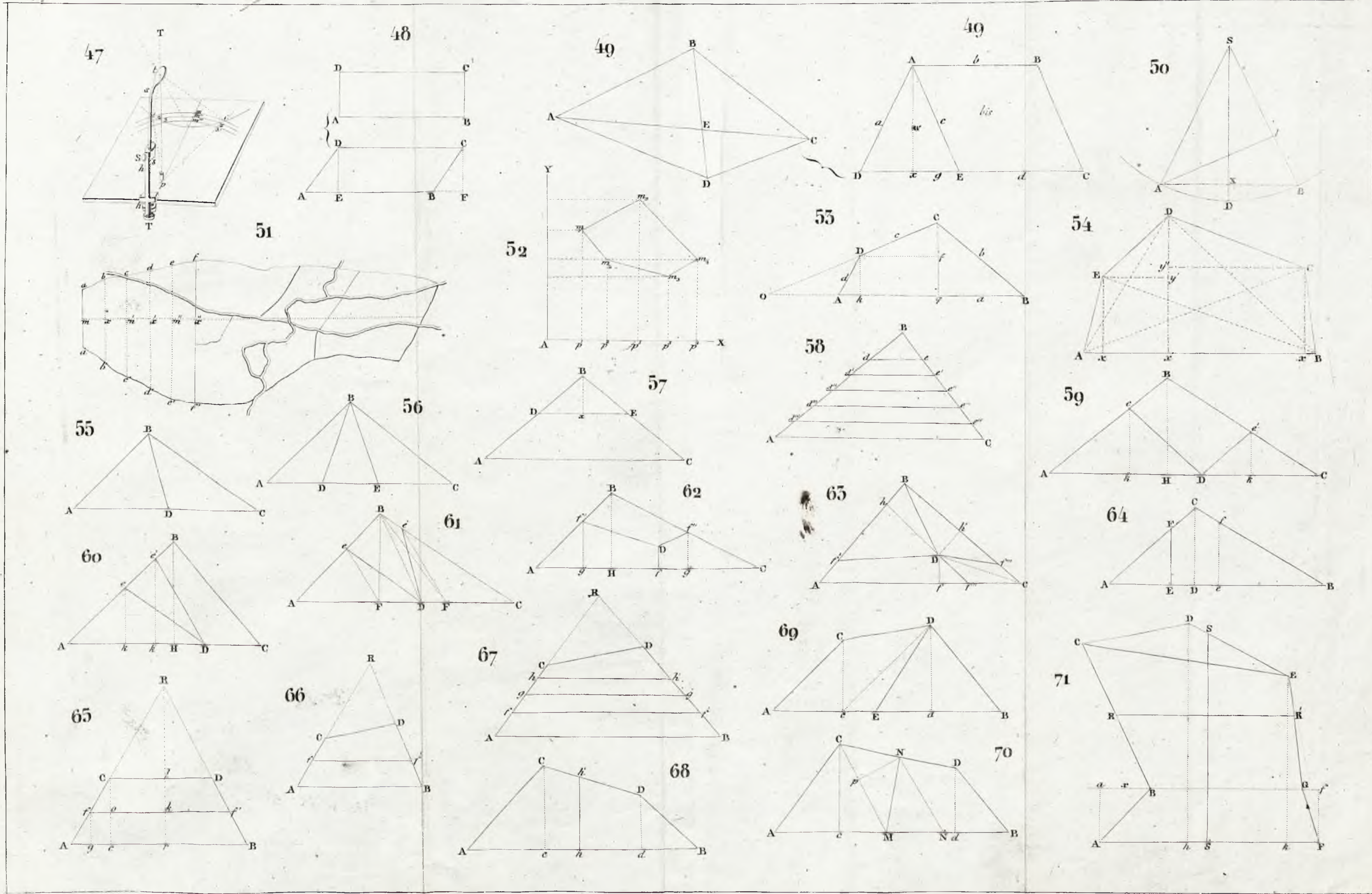


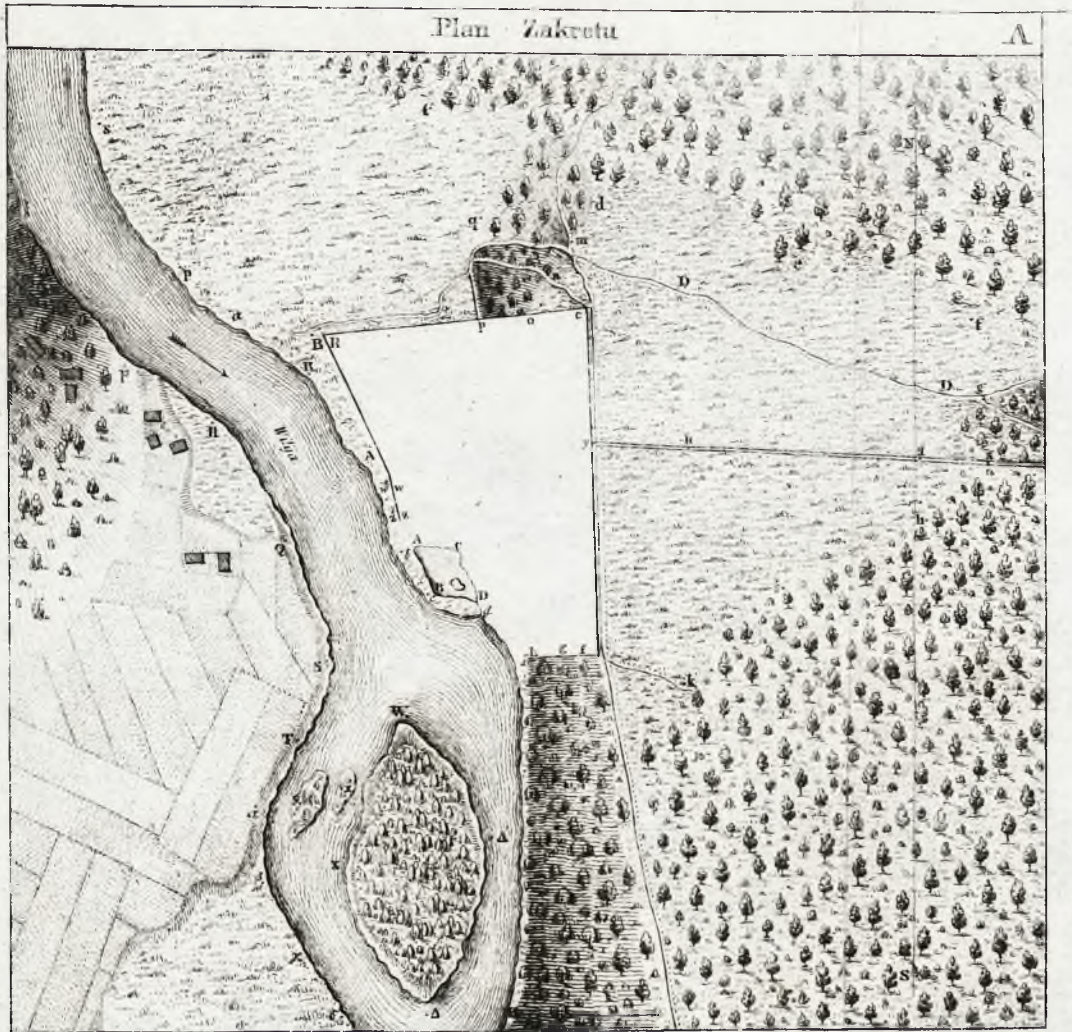
22.



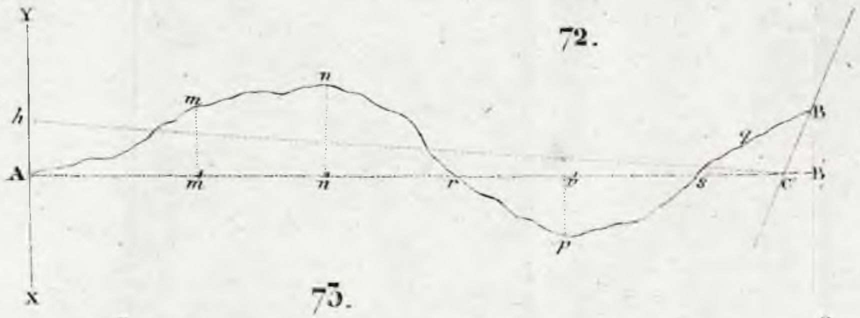
Tab. III.

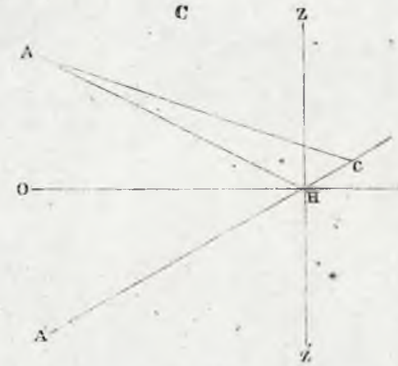



47
48
49
49 bis
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71

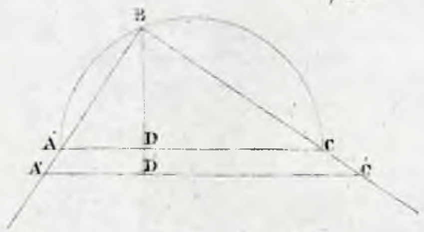


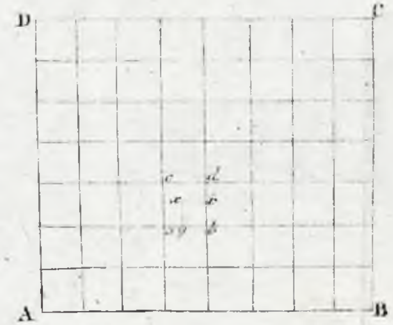
72.



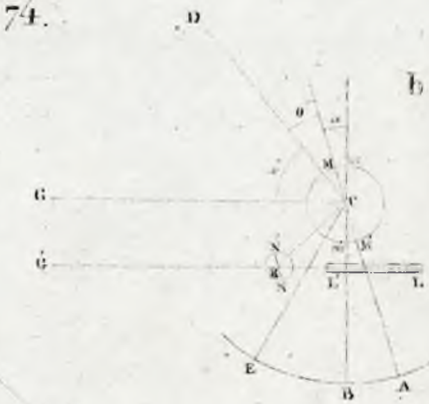


73.

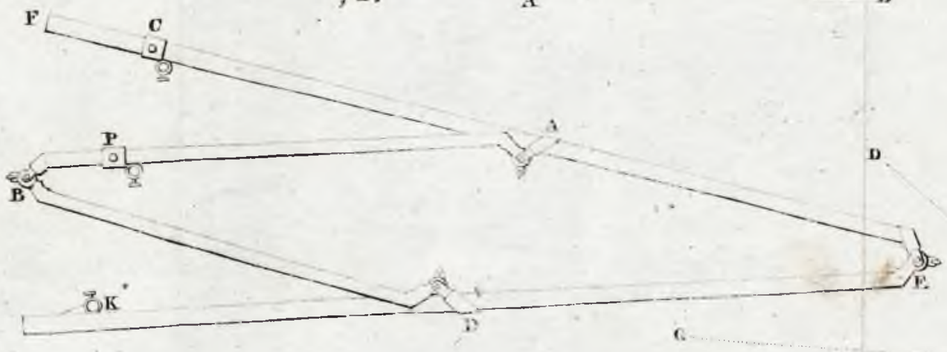


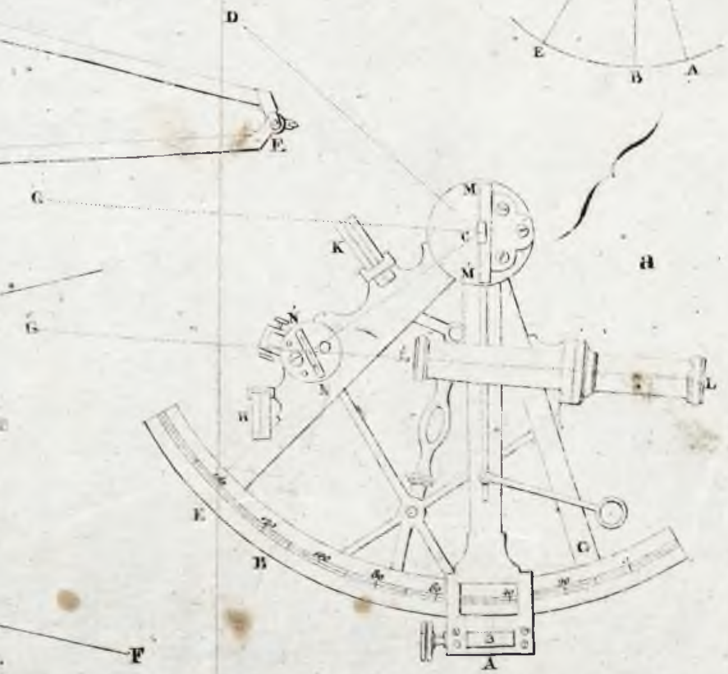


74.

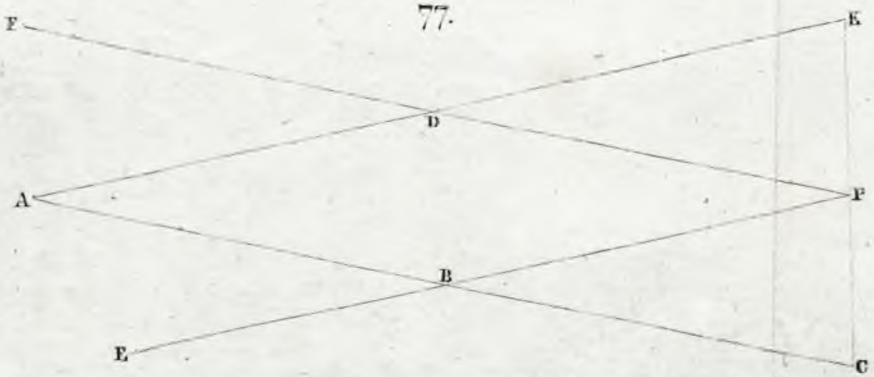


75.

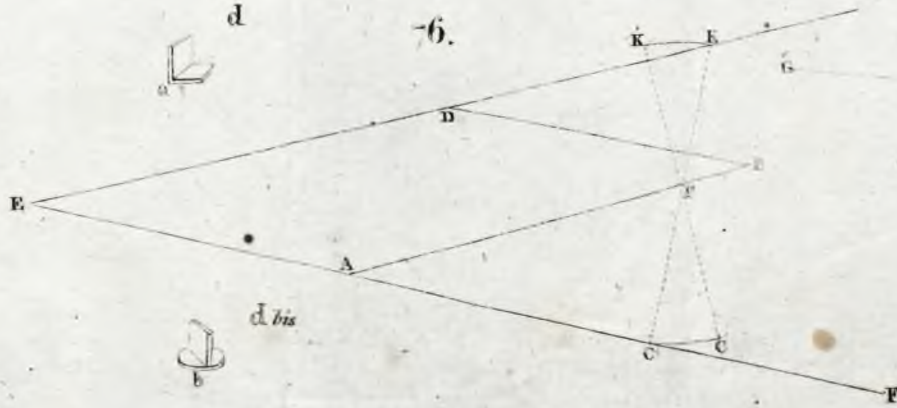




77.



76.



d

d bis

Tab. VI.

